ISSN 1017-0863

行政院農業委員會農業試驗所

技術服務季刊

125

第32卷第1期

2021年03月

農業試驗所 2021 年研發成果媒合會主打星簡介 -
草莓台農 1 號、木瓜台農 11 號、咖啡台農 1 號、粉紅色蝴蝶蘭

玉米生長遭遇梅雨、颱風之影響及補救方法

氣候變遷下耐鹽水稻的發展

影響小果番茄果實貯運外觀品質的因子

Technical Service Quarterly Bulletin
Taiwan Agricultural Research Institute

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊

Taiwan Agricultural Research Institute, Council of Agriculture, Executive Yuan
Technical Service Quarterly Bulletin. (Tech. Serv. Q. Bull. TARI.)

第32卷第1期
中華民國110年03月出版

封面說明：本所嘉義分所選育出台灣第1個自行育成的咖啡品種，生豆烘焙後，具有質地溫和的果酸、豐富堅果香氣、體脂感厚、餘韻長等優秀咖啡風味，葉片含有綠原酸，可望成為代表台灣特色的咖啡產品。（詳見本期第4頁）

◎圖/文 嘉義分所 張淑芬

行政院農業委員會農業試驗所技術服務季刊
出 版 者/行政院農業委員會農業試驗所
創刊年月/民國79年3月
發 行 人：林學詩
總 編 輯：陳淑佩、方尚仁
執行編輯：黃淑華
地　　址：台中市霧峰區萬豐里中正路189號
網　　址：https://www.tari.gov.tw
電　　話：(04)23302301~5
農民服務專線：04-23317456
本刊內容已全文上網，歡迎訂閱農業試驗所電子報，詳情請見本所網站-便民服務-訂閱電子報。

版權所有、轉載須經本所同意

展售書局：
■五南文化廣場　台中市中山路6號（04）22260330
■國家書店松江門市
台北市松江路209號1樓（02）25180207（代表號）
■國家網路書店：https：//www.govbooks.com.tw
承 印 者：農世股份有限公司
台中市漢口路3段55巷21號　(04) 22932036
定　　價：NT 50 元
中華郵政中台字第0759號執照登記為雜誌交寄

GPN：2007900008
ISSN：1017-0863　　NT$50

目錄

媒合會主打星

■農業試驗所2021年研發成果發表 精彩亮相！
技服組 1

■農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介-草莓‘台農1號’
蕭翌柱 2

■農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介-番木瓜‘台農11號’-小寶
徐智政 邱國棟 李文立 3

■農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介-新育成咖啡‘台農1號’
張淑芬 張哲瑋 陳甘澍 4

■農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介-小花粉紅色系蝴蝶蘭之育成
吳容儀 莊耿彰 曹進義 蔡娟婷 5

農藝作物

■玉米生長遭遇梅雨、颱風之影響及補救方法
謝光照 戴宏宇 孫凭瑋 6

■氣候變遷下耐鹽水稻的發展
周思儀 吳永培 廖大經 11

園藝作物

■影響小果番茄果實貯運外觀品質的因子
黃晉興 15

植物病理

■菇類菌絲體成型技術之應用與展望
余祥萱 呂昀陞 19

■重要檢疫病毒ToBRFV與ToMMV的核酸檢測技術
鄭櫻慧 蔡筱婷 林玫珠 陳金枝 黃國修 王惠雯 王昭月 24

生物統計

■利用ORYZA(v3)稻潛力模式建立國內品種參數之簡介
楊滿霞 呂椿棠 陳卿儒 29

出國報告

■美國佛羅里達州園產品採後處理參訪簡記
蔡瑢如 33

農業試驗所 2021年研發成果發表精彩亮相！

農試所技服組

本所於3月16日假教育訓練中心辦理2021年研發成果媒合會，以新品種為主軸，推出花卉、蔬菜、果樹及特用作物，合計18項新品種或新品系，並搭配6項新技術，展現農試所豐碩的研發成果。

新品種主打星—粉紅色系小花蝴蝶蘭、草莓、木瓜及咖啡

新品種或新品系的育成，除了需要時間的粹煉外，關鍵在於育種者對於該作物要觀察入微，才能在眾多的候選者中，挑選出符合消費者喜好，又能滿足農民種植需求的理想品種。因應氣候變遷，農試所選育的新品種將耐熱或低需冷性納入優先考量，可更適合未來氣溫日益上升之情境。本次研發成果媒合會推出花卉、蔬菜、果樹及特用作物的新品種(系)，包括火鶴花、石竹、梅、櫻花、文心蘭、萬代蘭、蝴蝶蘭、花椰菜、芥藍、草莓、枇杷、鳳梨、棗、芒果、木瓜、桃以及咖啡。其中粉紅色系小花蝴蝶蘭、草莓'台農1號'、木瓜'台農11號'-小寶及咖啡'台農1號'，更是本次媒合會首次正式亮相的主打星，本期特別闢以專欄分別詳細介紹，以饗讀者。

粉紅色系小花蝴蝶蘭為蝴蝶蘭與異屬蘭花雜交，屬新型態蝴蝶蘭產品，除具有雙梗特性，且短幼年性，首次花可達27-30朵以上，花序上有2/3花朵同時綻放，相當美麗。草莓'台農1號'具醇厚乳香和果酸香氣，鮮食風味甚佳，亦適合優質烘焙糕點裝飾或製作頂級果醬；木瓜'台農11號'-小寶果型長橢圓形，果肉呈橙黃色，平均果實重量較台農2號小，適合小家庭食用，以及咖啡'台農1號'具有質地溫和的果酸、豐富堅果香氣風味特色，可在台灣中低海拔栽培，葉片中的綠原酸含量高於一般咖啡品種2倍，又有加工利用的附加優勢，這些新品種(系)將採非專屬授權，歡迎有興趣的業者至本所網頁首頁（https://www.tari.gov.tw/）公告資訊項下參考技轉產學公告，並可與農試所洽談技轉事宜(農試所技轉專線電話:04-23317455)。

農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介

草莓'台農1號'

農試所種原組　蕭翌柱

草莓'台農1號'係自民國100年12月間，選取生長勢強健的'香水'品種作為母本，再以國內主要栽培品種-'桃園1號'(民間另稱'豐香')作為父本進行雜交授粉，待取得成熟果實種子後，應用組織培養技術進行無菌播種培育實生苗，再經長期的品系試種觀察、選拔及嚴格檢定試驗後，所選育出本所第一個生長勢強健、具有濃郁香氣且鮮食風味佳的新品種。

此一草莓新品種，經本所研發管理委員會審議通過命名為草莓'台農1號'，後續提出植物品種權申請，俾利將來非專屬授權給國內各農企業或優良種苗業者量產健壯苗株，以提供農友們選擇栽種，也讓廣大消費群眾能早日品嚐到國產優質的新鮮果品。草莓'台農1號'在本年3月16日於本所舉辦的2021年研發成果媒合會首度公開亮相(圖一)，當日於會場中頗受各界出席媒體及業者矚目。

圖一、經過十年選育而成的草莓新品種－'台農1號'，於農業試驗所2021年研發成果媒合會中首度公開亮相。

圖二、選用具有醇厚乳香香氣之草莓新品種－'台農1號'精心烘焙製作的頂級蛋糕盒與杯裝甜點。

本植株外觀型態為半直立型；果實深紅色、縱切面果肉紅色、果心淡紅色；在每年10月苗株定植後到成株開花期，相較於對照品種-'桃園1號'為早，約在11月中旬；果實成熟期約為12月上旬。另在本所簡易溫室設施內栽培採收的果實，硬度適中、糖度和酸度比合宜，並具有醇厚乳香和果酸香氣，不但鮮食風味甚佳，亦適合烘焙製作高品質蛋糕盒、杯裝甜點(圖二)或製成頂級果醬。期待以十年歷程選育而成的草莓新品種-'台農1號'，在推廣栽培後，能促進我國農村經濟發展並提高農友們的收益。

作　　者：蕭翌柱副研究員
連絡電話：04-23317802

農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介

番木瓜'台農11號'-小寶

農試所鳳山分所 徐智政 邱國棟 李文立

台灣木瓜栽培面積約2,800公頃，為中南部重要的熱帶果樹，每年平均鮮果產值約新台幣25億元。目前台灣最受歡迎的木瓜為民國71年由農業試驗所鳳山熱帶園藝試驗分所育成的'台農2號'，占全國木瓜生產面積的90%以上，果實顏色為橘紅色，果型美觀，但因果實過大，不適合現在小家庭之食用習慣，且果實不耐儲運而容易耗損，因此針對國內、外對木瓜消費習慣及偏好性有所不同及提供消費者更多選擇及切合消費市場需求，而研發此一新品種。

圖一、番木瓜'台農11號'-小寶果實橙黃色、口感佳。

圖二、番木瓜'台農11號'-小寶植株結果情形。

鳳山熱帶園藝試驗分所以'台農2號'經自交分離之品系為母本，菲律賓carabao solo自交後代選優純化品系 981031-01 為父本，經雜交方式組合育成雜交一代番木瓜'台農11號'-小寶(圖一)。本品種兼具'台農2號'之良好生長習性，在栽培管理方面較易掌握，平均果重約800-900公克，果型長橢圓形，平均果實重量較'台農2號'小，因此較適合小家庭消費。另外，果肉呈橙黃色，顏色討喜，與'台農2號'果肉紅色的特性具有市場區隔性及打破市場單一品種缺憾的潛力，以增加品種多樣性。「小寶」單節著果數高，平均每節果樹可達2-5顆(圖二)，可提升整體產量，且長果柄特性，果實生長空間容易分配，較不易擠壓變形，因此結果整齊，使農民於病蟲害防治時均勻灑佈及採收可留住果柄，以減少蒂腐病的發生，且畸形果少，果皮及肉質較'台農2號'厚而堅實，具耐儲運特性，而後熟程度較'台農2號'緩慢，儲架壽命高，增加外銷機會，未來深具推廣潛力。本品種可望取代部分'台農2號'木瓜品種，平衡市場供需以擴展木瓜消費族群。

作　　者：徐智政助理研究員
連絡電話：07-7310191-810

農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介

新育成咖啡'台農1號'

農試所嘉義分所 張淑芬 張哲瑋 陳甘澍

咖啡'台農1號'是台灣第1個自行育成的咖啡品種，為農業試驗所嘉義農業試驗分所選育出(品系編號102A-10-1)植株，具有生長強健的特性，平地種植表現良好，中低海拔也適合種植，果實紅色橢圓形(圖一)，產量高，約為目前國內咖啡栽培品種平均產量的1.2倍。生豆經烘焙後，杯測品評具有質地溫和的果酸、豐富堅果香氣、體脂感厚、餘韻長之優秀咖啡風味，廣受喝過的人所喜愛。另外，本品種之葉片含有綠原酸，其含量為一般咖啡品種的2倍。

圖一、咖啡'台農1號'，果實紅色橢圓形，產量高。

國外研究指出，綠原酸具抗高血壓、抗老化、抗高血壓等功效。衛福部已公告咖啡葉為可供食品用原料，為利咖啡葉的多元加值應用，咖啡'台農1號'葉片具有製作咖啡葉茶的潛力，搭配「優質咖啡葉茶製造技術」調整製程中的茶菁揉捻與發酵方式，所製造之咖啡葉茶較現有一般製程為佳。

另外，本所也已開發「咖啡葉綠原酸萃取技術」，所萃取之綠原酸可開發成美容產品。本咖啡品種兼具可開發多元產品之加值利用性，將成為代表台灣特色的咖啡產品，與現有市場產生區隔(圖二)。

圖二、咖啡葉可製成具保健茶飲功能的咖啡葉茶。

作　　者：張淑芬副研究員
連絡電話：05-2753115

農業試驗所2021年研發成果媒合會主打星簡介

小花粉紅色系蝴蝶蘭之育成

農試所花卉中心 吳容儀 莊秋彰 蔡媚婷　　農試所生技組 曹進義

農業試驗所花卉研究中心近年來選育之小花粉紅色系列之蝴蝶蘭，包含屬內雜交以及與異屬雜交而得之後代，為淡粉紅色、白花帶粉紅暈、桃紅色以及赭紅色花朵、紅色或黃色唇瓣蝴蝶蘭所組成，具雙梗特性、出瓶至開花所需時間短(生產者溫室周轉率高)、芳香、栽培容易、好管理等特性，株高自30至60 cm，植株小，適合作為中小型盆花於居家或辦公室桌上型或小空間擺設(圖一、圖二、三)。除了小花系蝴蝶蘭，本中心尚有其它中大型花之蝴蝶蘭產品(圖四)以及異屬雜交不褪色的藍紫色系蝴蝶蘭，部分品系已量化，如有興趣之業者或貿易商等，歡迎進一步與中心洽談。

圖一、編號B17白底粉紅暈小花、花色亮麗、唇瓣粉紅色、有雙梗特性、株高34cm。

圖二、編號B30為淺粉色黃色唇瓣的小花、株高29.5cm、具雙梗性、出瓶至開花為7個月以下自然花期。

圖三、編號B45為赭紅色斑點小黑花、株高22.5cm、具雙梗性與分叉性、出瓶至開花為6個月以內，可於自然環境下開花、觀賞期(50%花開~50%花凋謝)2個月。

圖四、編號B31白色大唇瓣具紫紅斑點、株高30cm、有雙梗特性、中輪花、花徑9.6cm、出瓶至開花9個月以內，可於自然環境下開花、觀賞期(50%花開~50%花凋謝)可達3個月以上。

作　　者：吳容儀副研究員兼系主任
連絡電話：05-5828305

玉米生長遭遇梅雨、颱風之影響及補救方法

農試所作物組 謝光照 戴宏宇 孫凭瑋

一、前言

台灣位於副熱帶季風區，地形陡峻，河川短促，每年常有異常梅雨(5、6月間)或強風豪雨(7～9月間)，造成嚴重的災害。依據中央氣象局統計，1911 至 2019 之間，有188個颱風登陸台灣，平均每年達 1.74次登陸台灣(10)。每年的6月至9月為台灣遭遇颱風侵襲次數最頻繁的月份，近年來台灣的颱風數量有減少的趨勢，但威力卻不減反增，所造成的災害越來越嚴重(8)。在春作栽培的食用玉米常遭遇5、6月間異常梅雨，而夏作的食用玉米於7至9月間遇颱風的強風豪雨，會造成嚴重的災損。硬質玉米一般於秋作(8月底至9月)播種，幼苗期如遇颱風豪雨侵襲時也將造成災損。

本文乃針對玉米正常生長下如何管理供給所需的水分，梅雨季土壤水分過多及颱風豪雨造成的影響進行説明，最後針對梅雨及颱風豪雨提出減少損害的因應方法，希望對農民栽培玉米有所幫助。

二、台灣玉米的栽培概況

台灣食用玉米的種類分為甜玉米、糯質玉米、普通白玉米與筍用玉米。總產量最多者為甜玉米，其次為糯質玉米、再其次普通白玉米，近幾年筍用玉米漸增加。食用玉米2019年的種植面積為14,551公頃，每公頃平均產量7,240公斤，總產量105,222公噸(1)，屬自給自足的鮮食用作物。2019年栽培面積最多的為雲林縣(6,337公頃)，其次為台南市(1,906公頃)，第三大產區為嘉義縣(市)(1,436公頃)，第四為花蓮縣(1,004公頃)，主要當作蔬菜及休閒食品(表一)。

硬質玉米的用途可分為於糊熟期全株收穫當青飼料用，或於生理成熟期收籽粒當飼料原料。國內畜牧及家禽養殖需要的飼料量龐大，國產生產量少，約只佔1.5%，無法滿足需求，因此每年須進口量在450-500萬公噸。2019年硬質玉米種植面積為15,210公頃，每公頃平均產量4,836公斤，總產量為73,540公噸 (表二)。栽培面積最多

作　　者：謝光照研究員
連絡電話：04-23317115

的為台南市(8,136公頃)、嘉義縣(市)(5,454 公頃)、雲林縣(615 公頃)與高雄市(380公頃)為台灣硬質玉米四大主要產區(1)，約占總栽培面積的95.8%，種植期集中於秋作及裡作。

三、影響玉米不同期作氣象因子的變化趨勢

台灣玉米有春作及秋作兩個主要的生長季節，春作栽培期由低溫及短日照逐漸轉為高溫、多濕及較長日照之環境，春作(1-2月播種)玉米生長達生殖生長發育時期(4-5月)的平均月溫度在23.0-24.5℃，正適合玉米籽粒充實生長所需的溫度。而秋作栽培期則由高溫、長日照及多濕逐漸轉為低溫、低濕度及短日照。秋作及裡作(8-10月播種)栽培期間，玉米生長至生殖生長發育時期(10-12月)的平均月溫度在17.7-24.5℃，月日照累積時數在170 小時以上，光照時數也算足夠，月平均雨量減少，進入乾燥季節(2)，有利於玉米籽粒充實與發育。由於兩期作間氣象因子的變化趨勢呈現相反的現象，大概來說秋作的產量與品質優於春作。

表一、 2019年台灣食用玉米生產概況

項目	種植面積 (公頃)	每公頃平均產量(公斤)	總產量 (公噸)
雲林縣	6,337	8,193	51,921
台南市	1,906	7,492	14,281
嘉義縣(市)	1,436	6,141	8,821
花蓮縣	1,004	5,074	5,051
其它地區	3,868	5,985	25,148
合計	14,551	7,240	105,222

資料來源:108年台灣農業統計年報。

表二、2019年台灣硬質(飼料)玉米生產概況

項目	種植面積(公頃)	每公頃平均產量(公斤)	總產量(公噸)
台南市	8,136	4,546	36,984
嘉義縣	5,454	5,256	28,667
雲林縣	615	4,708	2,897
高雄市	380	5,834	2,219
其它地區	625	4,814	2,773
合計	15,210	4,836	73,540

資料來源:108年台灣農業統計年報。

四、玉米種植期田間正常水分需求量

玉米大面積栽培通常採用平面機播或作畦播種，同時進行施基肥與播種，一般約在土壤田間容水量60-70%時整地與播種，對種子的萌芽與出土最有利，且幼苗生長的整齊度較佳。玉米幼苗期較耐旱，發芽及苗期須注意田間不能積水。幼苗到節間伸長期後需水量顯著增加趨勢，在玉米雄穗抽出前10天至抽雄後20天內為玉米需水 “ 臨界期 ” ，是玉米一生中對水分需求最大且敏感時期，尤其在開花授粉期至籽粒充實期間，田間土壤有效容水量能維持80%左右時對玉米生長最有利。若此階段持續乾旱缺水3-4天，約會減產20%；如連續7-9天明顯缺水，約減產50%左右。達到糊熟期後，需水量隨之減少，適度乾旱對促進成熟有利(4)。

玉米整個生育期最適當的降水量為410-460 公厘，而且雨量分布均勻時，對玉米生長發育最有利。全生育

期每分地約需水量約250-350公噸，每生產1,000公克籽粒，需水量約300-350公斤(4)。在沒有雨水的狀況下，玉米的整個生育期需要人工灌水4-5次，才能使玉米順利生育至成熟期。

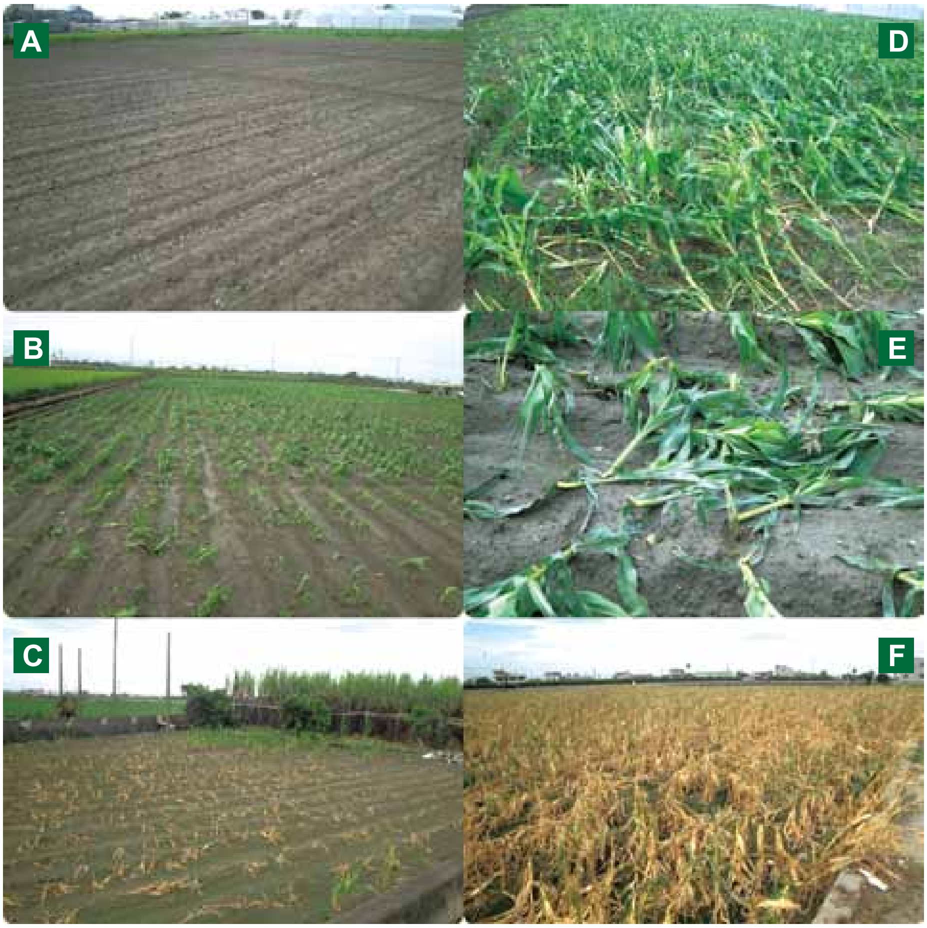
五、梅雨季水分過多對玉米生長的影響

玉米屬旱田作物，在不同的生育期對浸水的耐受性也有所不同，分述如下：

(一) 對玉米種子萌芽的影響：玉米種子發芽對浸水的反應相當敏感，萌芽能力隨著浸水期間的延長而降低萌芽率，播種1天後，浸水6小時，萌芽率即明顯下降，浸水24小時以上即完全抑制發芽(5)。

(二) 對3-5葉齡期幼苗生育之影響：發芽後15日內之玉米幼苗浸水3日葉片出現黃化，下位葉之葉尖及葉緣發生萎凋，植株產生矮化 (6)；玉米幼苗幼根在12-24小時缺氧下，種子根即生長停止，並發生腐爛 (9)。

(三)生長至齊膝期及抽穗期之影響：人工浸水3-5天，結果產量較無浸水者分別減少12-31%，浸水期間愈長，減產愈嚴重(7)。



圖一、玉米在不同生育時期遭遇颱風來襲所造成的倒伏、倒折及植株枯死現象。A：播種後遇颱風豪雨玉米萌芽率降低；B：幼苗期玉米田豪雨浸水倒折情形；C：幼苗期玉米田豪雨浸水倒折枯死情形；D：正值開花期的台農7號採種田植株倒折；E：輪生期甜玉米植株倒折；F：開花期玉米颱風倒折，幾天後枯死情形。

台灣西部地區春作種植的玉米主要以食用玉米為主，

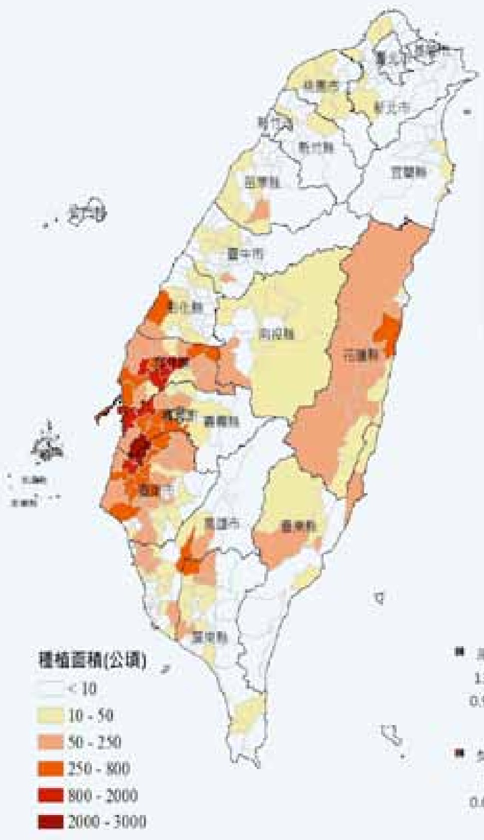
在5-6月的梅雨季若遭遇連續幾天下雨，且雨量大於200 mm時，造成田間水分過多排水不良，此時各種生育期的玉米植株皆會受到影響。因此，雨後要馬上疏通排水，減少田間土壤水分過多造成根系缺氧的現象，缺氧時間過久，輕者玉米下位葉呈現黃化現象，再嚴重時植株呈現萎凋現象，對玉米生長及產量都會有不利的影響。

六、颱風對玉米造成災損影響

2016年9月27日梅姬颱經過中部地區，強風豪雨造成農試所試驗田的玉米萌芽率降低、輪生期至開花期玉米倒伏、倒折與枯死等嚴重災害，無法恢復正常生長的田區因而廢耕(圖一)。據統計顯示從1989至2018年，台灣玉米栽培因颱風造成的災損，年平均受損金額117,443千元，約占受損比率的78.4%；豪雨造成的災損，年平均受損金額16,487千元，約占受損比率的11.02%，總計受颱風及豪雨的災損金額年平均有180,000千元左右，佔總災損的90%(圖二)。

七、針對颱風豪雨因應方法

(一)颱風前：採取的因應方法，1.播種前注意氣象預報，避開颱風前之播



●前十大鄉鎮種植面積及其產量

排名	縣市鄉鎮	面積(公頃)	產量(公噸)	排名	縣市鄉鎮	面積(公頃)	產量(公噸)
1	台南市鹽水區	2916	12683	6	雲林縣東勢鄉	869	7099
2	嘉義縣義竹鄉	2844	14958	7	台南市學甲區	851	3778
3	嘉義縣六腳鄉	1527	9531	8	雲林縣土庫鎮	828	7356
4	雲林縣虎尾鎮	957	6759	9	嘉義縣東石鄉	815	3663
5	雲林縣元長鄉	891	9655	10	台南市麻豆區	786	3572
全台種植面積總計：28,953公頃							

圖二、 1989至2018年玉米栽培分布圖及受災損的金額及比率(農工組姚銘輝博士提供)。

種。2.選排水良好之田區，採作畦栽培方式。3.以過氧化鈣(CaO_2)包裹種子改善萌芽率。4.選較耐浸水品種。

(二)颱風後：鮮食用玉米全年不同月份都有人種植，特別是為供應中秋節需求，一般在端午節過後10天左右播種，才能於中秋節前採收上市，此時期正值溫度高、常遭遇颱風豪雨的夏季。因此，建議選取不易積水的田區種植，在萌芽與幼苗期的玉米田颱風來前要做好田間排水。輪生期至劍葉抽出期遭遇颱風豪雨，災前進行培土固苗，開排水溝做好排水作業，災後沒有折斷而傾斜不嚴重的植株進行扶正，待植株開始恢復生長時，施少許氮肥促進生長。正值吐絲期的玉米災後，無法恢復生長者，可以當玉米筍儘快採收。如於玉米籽粒充實期遭遇颱風豪雨，災前進行培土固苗，開排水溝做好排水作業，可採收者儘快進行採收，災後沒有折斷而傾斜嚴重的植株，待至可採收時及早採收，減少損失。

八、結語

台灣栽培的玉米，一般以秋作、裡作(8-10月)為主要栽培期，春作(2-3月)為次要栽培期，近年隨著氣候變遷，秋作、裡作溫度呈上升趨勢，為避免颱風侵害，建議秋作、裡作栽培時間延後至9月上旬播種；春作則提前至1月初播種，如此不但可避開高溫、梅雨及颱風等天然災害，且可生產較優品質的果穗。

少許為供應中秋節的玉米新鮮果穗，不得不於夏季(端午節後10-15天)種植。因此建議夏季採用較耐熱、產量高、易管理的熱帶型(俗稱硬殼種)超甜品種，如華珍2號(農友)，金珍珠(農友)，吉珍(農友)，雪珍(農友)，華珍(農友)，彩珍(農友)，珍貴(農友)，金禾(農友)；SC-2028(稼穡)，雙發 ST-2015 (稼穡)，美粒甜(稼穡)，雙星(稼穡) ，白嘉麗(稼穡)； 夏蜜(和生)等較耐熱的品種，才能有較好的收成。

九、參考資料

108年台灣農業統計年報。

1981-2010中央氣象局觀測資料。

涂光曙。2009。甜糯玉米栽培與加工。金頓出版社。

鄭淑美、朱德民。1988。水害對玉米生長和產量的影響.Ⅰ.水害對玉米種子發芽的影響。中華農學會報141:7-18。

高德錚。1984。玉米台農351號耐水性之初步研究。台中區農業改良場研究彙報08:75-80。

吳柄奇、蔡秀隆、朱德民。1994。玉米對浸水的反應。中華農業氣象1(4):151-15。

Journal of Soil and Water Conservation 44 (1) : 27 - 36 (2012).

Wenkert, W., N. R. Fausey, and H. D. Watters. 1981. Flooding responses in Zea mays L. Plant Soil 62:351-366.

https://www.cwb.gov.tw/V8/C/K/Encyclopedia/typhoon/typhoon-40.txt?v=20200330

氣候變遷下 耐鹽水稻的發展

農試所嘉義分所 周思儀 吳永培 廖大經

一、前言

水稻 (*Oryza sativa* L.) 是全世界重要的糧食作物之一，是供應人類成長發育最主要的能量來源，特別是發展中的國家很多是以水稻為主食，在1970年代綠色革命促使水稻產量有了突破性增加後，之後的數十年，水稻產量的提升便停滯不前，但世界人口數量卻是持續增加，預計在2030年時將達到80億，水稻生產必須增加50%方可滿足人類對糧食的需求，而人口的增加使得一些耕作土地轉變為工業及居住用地，迫使水稻耕作轉移到生產力低的乾旱缺水及土壤鹽化地，使得糧食短缺現象更是雪上加霜，尤其在全球暖化形成之氣候變遷下，導致農產品及原物料的供需失衡，造成全球糧食需求增加，且全球性氣候異常，造成地區性的糧食生產呈現不穩定現象，使糧食大國之出口量銳減，更因生質能源的蓬勃發展，排擠了人類糧食的供應，致使近2年來陸續發生糧食危機，促使研究學者積極投入水稻耐旱性及耐鹽性的相關研究。而目前全球水稻增產最重要的手段以山地陸稻及耐鹽稻有效利用為最佳途徑。透過擴大水稻種植面積達到增加稻米生產量，將是解決貧窮地區糧食來源最根本的方法。由於我國生產經濟系統，深切依賴國際貿易，故無法倖免於農產品供需失衡的影響，對我國而言，其衝擊甚至是國土安全層次課題。台灣為農業易受氣候變遷影響的亞熱帶地區，常因特殊地形而致降雨量分配不均及土壤日漸鹽化，因此，為有助於穩定未來糧食生產，育成一般環境下可栽培利用，而在氣候變遷環境下可維持一定稻穀產量的水稻耐鹽新品種，將可確保台灣糧食安全的重要供應。

水稻是鹽分敏感的作物，整個生長發育過程均受到鹽害的影響，特別是營養生長期之早期和生殖生長期之晚期，所以耕作土壤的鹽化將會影響水稻的生長，世界

作　　者：周思儀助理研究員
連絡電話：05-2753181

上約有30%水稻生長地因此種非生物逆境因素，使得水稻產量無法有效提升。而氯化鈉 (NaCl) 是土壤發生鹽害的主要鹽分，所以在水稻耐鹽逆境的研究過程中，幾乎均利用添加氯化鈉來模擬鹽分逆境之環境，已有多篇研究報告針對國內外常見的水稻品種進行對鹽分逆境反應的評估，而利用品種間在耐鹽程度的差異及反應，進而找出水稻耐鹽之遺傳、生理代謝及其改良之途徑。一般而言水稻秧苗生長期內外環境Na^+濃度與其耐鹽性為負相關，在鹽分逆境下，會表現出秧苗株高生長緩慢、幼苗乾重與根乾重減少等性狀，其中根乾重減少的反應最為顯著，此特性可做為測定水稻品種在秧苗期之耐鹽性的參考指標。而植物耐鹽表現除了農藝性狀上的反應外，也牽涉多個生理過程，包含了Na^+的吸收與排除、離子的平衡 (尤其是Na^+/K^+的比率)，以及植體內離子的分布情形，植株內過多Na^+的累積會造成植株的毒害，而K^+除了維持植株離子的平衡外，在水稻秧苗期也扮演活化耐鹽相關酵素的重要角色，因此水稻植株在秧苗期，越低的Na^+含量與越高的K^+含量，其耐鹽等級的表現會越高，另外在鹽分逆境下，秈稻品種比稉稻有較高的能力將Na^+排出，故秈稻相對稉稻有較高的耐鹽性。

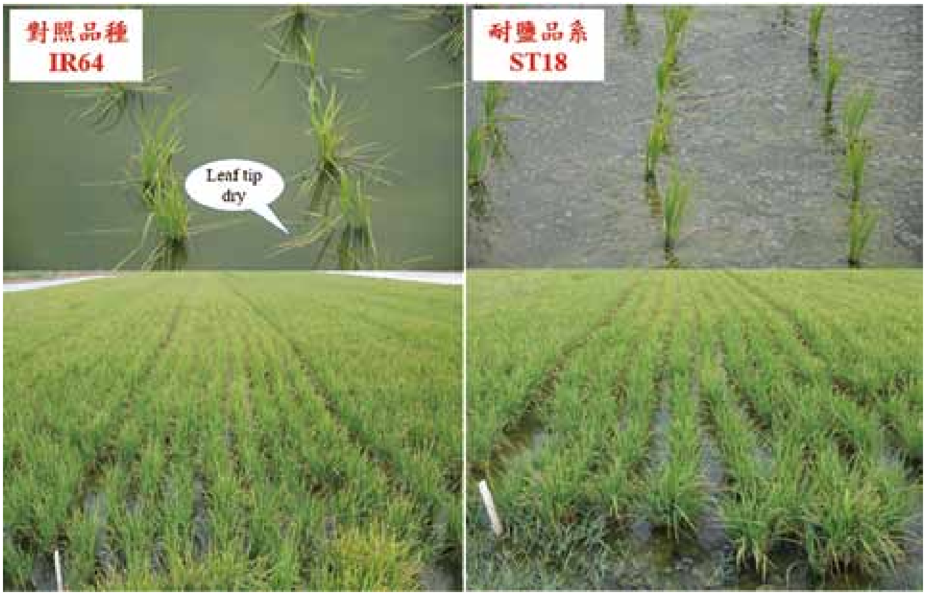
二、分子標誌輔助耐鹽稻育種

隨著水稻基因的解序研究，已大量開發且利用各種分子標誌於水稻育種上，藉以提高育種效率及準確性。因此，透過各種類型的分子標誌對水稻進行育種，具備可更省力且更有效率的選拔優良植株，且能縮短育種年限，不受環境因素所干擾，減少田間種植數量、人力和物力的耗費等優點。在水稻耐鹽性上亦可運用分子標誌來進行選拔，由於水稻耐鹽性極易受到各種環境因素影響，像是溫度、光照、水分、濕度、土壤成分含量等各種環境因子，利用分子標誌輔助育種，將耐鹽性基因或QTLs導入到栽培品種中，將可降低這些環境因素的干擾。此外，由於自然突變率低，使生物變異的速度緩慢，因此利用物理和化學等誘變手段已成為增加遺傳變異的常用方法之一。由於誘變育種在育種過程較為簡便易行，具創造特殊而多樣化性狀的能力(如生育期、株高、品質特性、耐逆境等)，後代穩定速度亦相當快，因此，農試所嘉義分所自2007年開始利用甲基磺酸乙酯 (Ethyl methyl sulfone, EMS) 對CNY911303進行誘變，誘變族群於M_5世代選出農藝性狀表現優良之1005株，其後以譜系法進行純化，成為1005個M_6誘變品系，並進行耐鹽性篩選，在水稻幼苗3葉齡時期以150mM氯化鈉溶液進行鹽分逆境處理，最後選出8個耐鹽品系 (SM61、SM75、SM76、SM77、SM104、SM105、SM119、SM143) 與3個感鹽品系 (SM126、SM129、SM332)，這些材料再透過分子標誌輔助選拔技術，將耐鹽特性轉移至IR64及具耐旱性水稻品種中，

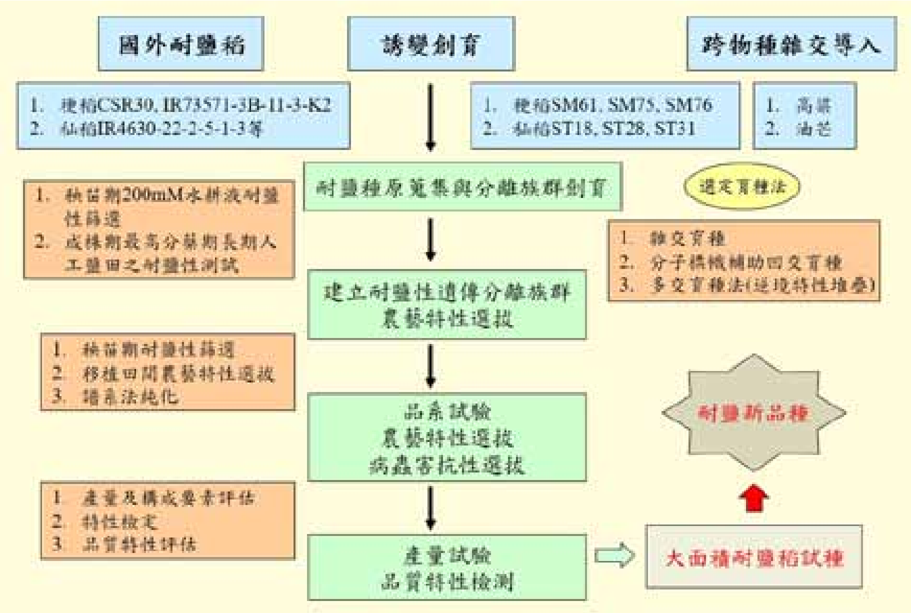
並於台南鹽化土地實地栽培測試，結果發現耐鹽水稻生長發育正常，如圖一 所示。其分子標誌輔助選拔流程如圖二所示。

三、耐鹽稻未來的發展

土壤鹽化是世界上的嚴重問題之一，尤其是在乾旱、半乾旱和熱帶地區，係因這些地區水分蒸發量高，雨水少，易形成鹽土，使約有三分之一的灌溉地和重要的土地在乾旱、半乾旱和熱帶地區因鹽害問題而無法利用。依美國農業部 (USDA) 訂定之標準，土壤飽和抽出液電導度 (electrical conductivity, EC) ≥ 4 dS m^{-1} 稱為鹽土，而EC值大於8 dS m^{-1}為高度鹽化土壤，一般以含氯化鈉和硫酸鈉 (Na_2SO_4) 為主。鹽化土壤 (或鹽鹼土) 都係自然產生，然近年來由於氣候變遷、土



圖一、耐鹽稻品系 (右) 與IR64 (對照品種) 於鹽化土地 (EC6-8 dS m^{-1}) 實際栽培生長發育情況。



圖二、 耐鹽水稻之育種策略流程圖。

圖三、水稻 (母本) 與高粱、玉米 (父本) 跨物種雜交後F_1植株、稻梗與穀粒圖示。

地耕作方式或因人為不當之灌溉或肥料施用等使農田土壤日漸鹽化，已成為作物生產的重要限制因子。台灣地處亞熱帶地區，農業上容易受氣候變化影響，尤其常會因降雨量分配不平均，造成土壤易發生劣化現象，近年來更因經濟開發使得需水量大幅提升而致超抽地下水，台灣西南沿海地區及東部宜蘭地區發生地層下陷或海水入侵地下水層等問題，使得鹽化土地面積逐日擴大，嚴重影響了作物收穫量與農民收益，尤其近年來發展設施農業，缺乏雨水淋洗土壤中鹽類的情形，也讓土壤的鹽化問題逐步浮出檯面。因此選育對鹽分地具有耐受性的水稻品種，乃成為育種者未來面臨的重大挑戰，尤其目前全球已發表之耐鹽稻大致上無法耐受EC值大於8 dS m^{-1}的鹽化土壤，此一現象大幅限縮了耐鹽稻的實際用途，因此若能藉由跨物種雜交，將不同物種的耐鹽性，諸如高粱、油芒等引入水稻，如圖三所示為農試所利用水稻為母本，高粱及玉米為父本，透過跨物種雜交操作成功培育出雜交後代，未來可透過後代耐鹽性及耐旱性選拔，選育能忍受鹽化及乾旱土壤極限的水稻新品種，如此便能利用耐鹽稻及旱作水稻來大幅擴增總生產面積及產量，因應日益增加的全球人口在糧食的需求。

影響小果番茄果實貯運外觀品質的因子

農試所植病組　黃晉興

一、前言

番茄 (tomato) 學名為*Lycopersicon lycopersicum* (L.) Karst. Ex Farw. (syn. *Lycopersicon esculentum* Mill., *Solanum lycopersicum* L.)，是世界重要的蔬果，依據FAO的資料，2019年全球的番茄栽培面積約5百萬公頃，總產量為180.7百萬公噸，有一半以上的栽培面積是在亞洲。番茄也是台灣最受歡迎的蔬果之一，近年台灣番茄生產的面積約為4,500公頃，產量每公頃24-30噸，平均每個番茄農民的農場面積約為0.7公頃。在眾多番茄品種之中，小果番茄 (又稱櫻桃番茄，L. *lycopersicum* var. *cerasiforme Alef*., cherry tomato) 特別受到喜愛，而且栽培技術不斷的進步，果實鮮嫩多汁，可堪稱全球之冠，在台灣已成為主流品種，主要以生食的方式當作水果。

在台灣栽培的小果番茄果實無論在外觀、質地、甜度、酸度及風味皆屬上乘，在運輸系統便捷的台灣可以在採果後數天之內送到消費者的手上，然而若要達到貯藏數週之久以調控銷貨的目的，則鮮嫩多汁的優點在貯藏運輸的過程卻反而成為缺點，果實在長期貯運過成中易出現裂果、腐敗等問題而造成品質劣化。若要進一步將台灣生產的小果番茄外銷，遇上的挑戰更大，因為進出冷藏貯櫃的搬運次數增加，保鮮處理的技術要求更高，目前缺乏實用的技術供長期冷藏貯運，以維持像在台灣消費的小果番茄品質。本文將簡述影響小果番茄貯運品質之因子及可能之解決方法供參考，而相關的研究正在進行中。

二、影響小果番茄果實冷藏貯運外觀品質之的主要因子

根據財政部關務署進出口資料顯示，107年12月至108年11月，台灣出口番茄計有88,957公斤，價值為11,003千元，平均每公斤價值124元，主要是穩定輸出至香港，

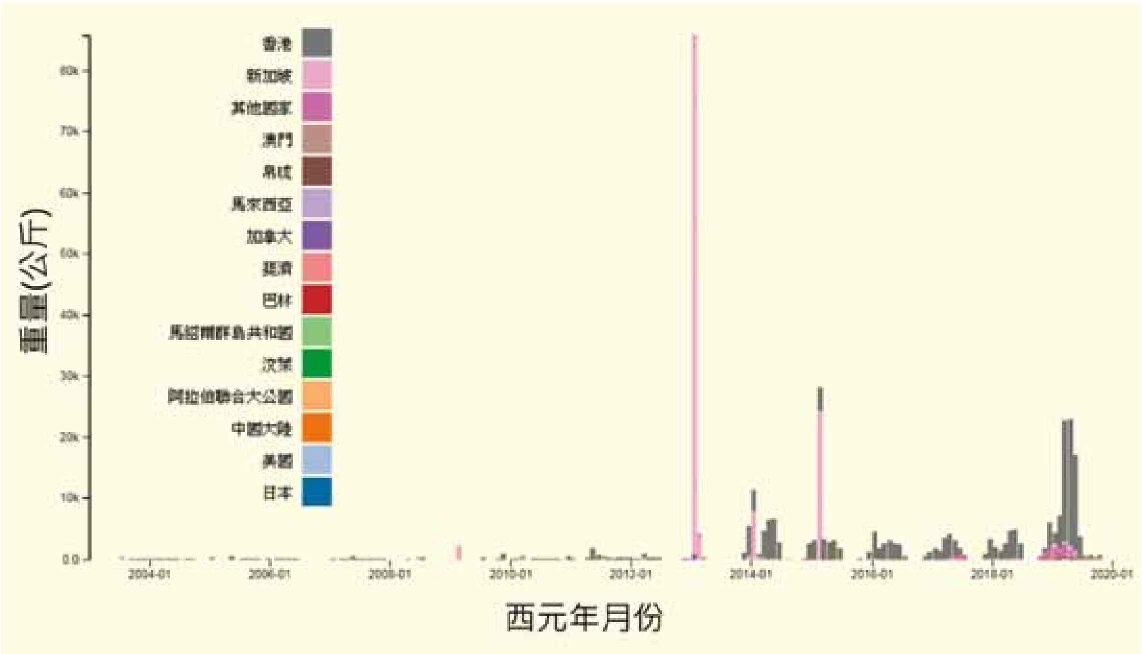
作　　者：黃晉興副研究員
連絡電話：04-23317509

偶爾有大量到新加坡 (圖一)。據了解，主要的品種是玉女，再則是橙蜜香、淑女、小女…等，通常是和內銷一樣裝在可容納600克果實的透明塑膠盒內 (圖三)。

在貯運中常見影響果實外觀品質之因子主要是：裂果、孳生黴菌、果萼片乾枯 (圖二)。(1) 裂果一通常與品種、過熟、摔傷及栽培環境劇烈變化有關，例如玉女品種果實皮嫩多汁就屬於是易裂果之品種，若未趕在成熟期採摘而使果實過熟則易裂果；摔傷指的是果實硬度低再加上搬運摔箱所導致；而栽培環境劇烈變化主要是栽培介質水分含量變化太大 (先乾再灌水)，或溫室內高濕度再快速降濕，或是連續多天的陰天；(2) 孳生黴菌 (真菌) 一若有裂果則在貯藏過程中一定會發生黴菌孳生的問題，即使是低溫冷藏若時間超過7天也會有黴菌孳生，若無裂果則果萼片也是容易孳生黴菌之處，通常高濕環境易發生；(3) 果萼片乾枯一在常溫而不密閉的空間中，小果番茄果實的萼片在3天後即出現明顯的乾枯現象，這也是消費者評估這水果是否新鮮最簡單的依據，若保濕則較不易出現果萼片乾枯，然而卻易孳生黴菌。而這些影響果實外觀品質因子中，影響最大的是黴菌孳生，只要裝果盒內有一顆果實孳生黴菌，通常該盒所有果實即失去販售價值 (圖三)。

三、黴菌孳生的問題

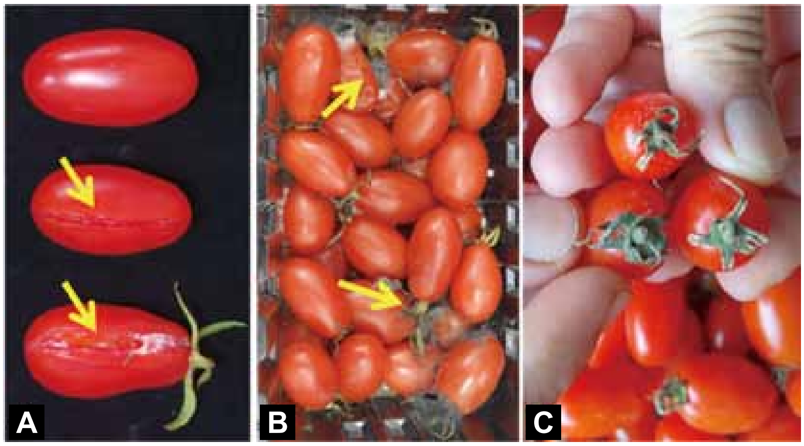
全球番茄植株在採收前可能會受到多種有害生物危害，目前已知有害生物



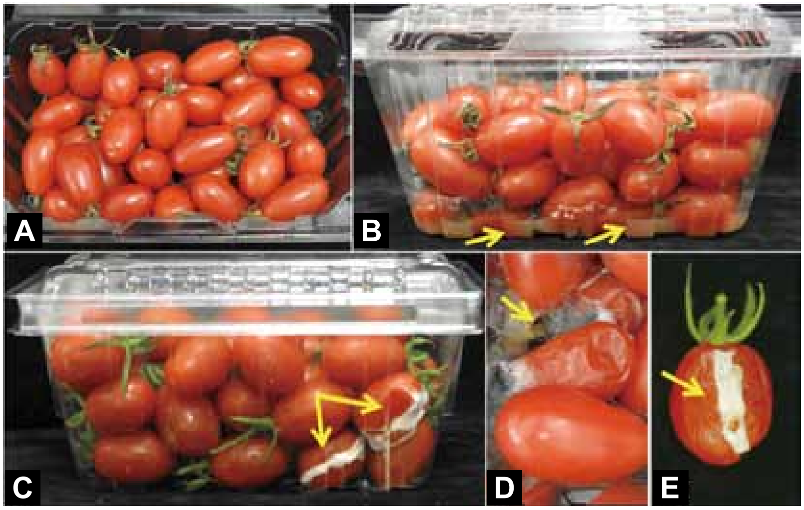
圖一、台灣出口番茄月份與數量，主要在每年1-6月，進口國主要是香港及新加坡。
資料來源：財政部關務署進出口資料。

計有真菌和卵菌28種、細菌11種、菌質體 (phytoplasma) 2種、病毒15種，線蟲數種。果實在田間或溫室栽培時，若有害生物感染果實造成果實病害，絕大部分會被去除，然而有些腐生菌不會感染果實造成病徵，但會附著在果實表面，特別是果實萼片，在果實採後的貯運過程中，這些腐生菌的危害即慢慢呈現出來。

初步調查台灣小果番茄果實外表與萼片易出現的黴菌是*Stemphyllium* sp.、*Alternaria* sp.、*Giotrichum* sp., *Mucor* sp.、*Cladosporium* sp.，其中以*Cladosporium* sp. 分離率最高且幾乎每個樣本皆可分離得到，其次是*Alternaria* sp.，而*Giotrichum* sp.在某些樣本也有高分離率，其他如*Mucor* sp. 與*Stemphyllium* sp.則分離率較低 (圖四)。



圖二、影響小果番茄果實貯運外觀品質的主要因子。(A) 裂果 (箭號)、(B) 真菌孳生 (箭號)、(C) 萼片乾枯。



圖三、小果番茄裂果在冷藏7天後易發生黴菌孳生。(A) 在5oC冷藏時外觀正常；(B) 底層的裂果汁液易流出 (箭號)；(C) 果實裂傷處易有黴菌孳生 (箭號)；(D) 由*Mucor* sp. 孳生造成的果腐 (箭號)；(E) 由*Giotrichum* sp.孳生造成的果腐 (箭號)。

四、避免或去除小果番茄果實孳生黴菌的問題

要解決這些問題，首先一定要避免裂果，例如不用玉女品種，或是緩和栽培環境劇烈變化，或是加強施用鉀肥與鈣肥等，這些是採收前應注意的重點。而採收後處理便是另一個重點，首先低溫貯藏是最重要的，玉女與橙蜜香番茄果實貯藏適溫分別為2-5℃與8-10℃，但貯藏期大約以3星期為限，否

圖四、在小果番茄果實表面或萼片常見之真菌 (A) *Stemphyllium* sp.; (B) *Alternaria* sp.; (C) *Giotrichum* sp.; (D) *Mucor* sp.; (E) *Cladosporium* sp.

則果實上架販售時易出現寒害的病斑；再則是表面消毒，目前在台灣尚未有實用的小果番茄果實表面消毒的流程，參考國外文獻，一般被用來施行果實表面殺菌的化學物質如山梨酸、碳酸鉀、氯化鈣、氯、次氯酸鈉、二氧化氯、臭氧、乙醇、過氧化氫、有機酸、電解水(次氯酸水)，物理方法處理果實如低溫貯藏、高溫、輻射線或微波、低壓或高壓、紫外光UV-C、氣變)，精油處理如決明子精油、奧勒岡草精油、百里香精油、檸檬草精油、芫荽精油、馬鞭草精油、肉桂精油、丁香精油、羅勒精油、柑桔精油、檸檬精油、茶樹精油、迷迭香精油等，施用天然物質如幾丁質。

小果番茄果實的萼片在貯藏過程中其實是問題來源，前述在番茄果實常見的黴菌大多棲於此處，而且不易用化學藥劑除滅乾淨，若能在小果番茄果實低溫貯藏前，先將萼片去除，再將果實處理適當的表面消毒流程，相信能大幅減少小果番茄果實孳生黴菌的問題。

五、結語

要讓小果番茄果實在貯運過程中依然保持著良好的外觀品質，應注意採收前的果實品質，例如栽培過程勿裂果，以及果皮硬度夠而耐摔，或施用鉀肥鈣肥以增強對有害生物或不良環境的抗性，採後則建議去除果實萼片再表面消毒，則可於低溫貯藏數週之久，再上架販售也能維持好的外觀。然而這需要讓消費者能接受無萼片的小果番茄食用品質是和有萼片的果實一樣好，這需要進一步的研究與推廣。

菇類菌絲體成型技術之應用與展望

農試所植病組 余祥萱 呂昀陞

一、前言

石化原料裂解製成之塑膠產品、保麗龍、人造纖維和橡膠製品等，自第二次世界大戰後普及全世界。由於其耐用、便宜與便利性高等因素，被廣泛應用於生活中各式家具、容器與包材中。依據統計從1950年至今，全球已累積83億噸塑料廢棄物，其中有63億噸已經不再使用。扣除可回收再利用 (9%)與被焚燒 (12%)的比例後，仍舊剩下50億噸在環境中累積 (Geyer et al., 2017)，加上石化製品無法自然分解，因而造成地球嚴重的侵害。為解決此些汙染問題，近年來世界各國皆積極鼓勵開發各類可替代性材料，因此生物性材料 (Biomaterials)或生物塑料 (Bioplastics)成為近年來新興研究課題，此類由細菌、真菌、藻類等微生物和植物所組成之材質，有別於傳統石化材料，具有可自然分解、塑形容易、環境友善且對人體無危害等優點。其中最為人所熟知的生物性材料，即為以麥稈或稻稈所製成的聚乳酸 (Poly-Lactic acid, PLA) (Karana et al., 2018)。PLA在高溫或高濕度的環境下，便能轉變成乳酸，屬於具生物可分解性的高分子材料，因此更進一步的被應用於製作醫療手術的縫線和骨釘中。此外，美國Ecovative Design公司聯合創始人E. Bayer認為真菌所產生的菌絲體具有和膠水相似的黏合能力，因此在大學時便開始著手進行相關的設計工作，最終於2007年在紐約和同學創業，正式應用真菌結合農業廢棄物形成具有支撐性的複合材料以取代利用聚苯乙烯或塑膠所製成的產品，例如傢俱中的隔熱板和3C產品的避震包材等，已分別於美國與中國申請相關專利 (Bayer and McIntyre, 2016a)，目前也和DELL和IKEA等國際品牌合作，使用Ecovative製品取代原本的發泡保護材。此種運用真菌之菌絲體纏聚植物組織後轉換成之新材質，再加工製成複合型的再生材料技術於國外稱作「Growing

作　　者：余祥萱助理研究員
連絡電話：04-23317516

Design」(Karana et al., 2018)，在此筆者暫且譯為「菌絲體成型技術」。而在真菌中最廣為世人所利用的就屬子囊菌與擔子菌兩個亞門，因為此兩類菌中的大型真菌被稱之為菇類，而在E. Bayer等人申請的專利中，即認為具有潛力的真菌就包含鮑魚菇(*Pleurotus ostreatus*)、洋菇(*Agaricus arvensis*)、金針菇 (*Flammulina velutipes*)、簇生垂幕菇(*Hypholoma capnoides*、*H. sublaterium*)、羊肚菌(*Morchella angusticeps*)、雞腿菇(*Coprinus comatus*)、高大環柄菌(*Macrolepiota procera*)、松杉靈芝(*Ganderma tsuage*)與樺褐孔菌(*Inonotus obliquus*)等，皆屬菇類的範疇之中。我國由於菇類產業發達，致使每年會產生大量之菇類栽培後介質，如若能利用菇類栽培後介質所含有之菌絲體發展此一技術，相信未來不僅可有效去化菇類栽培後介質，還可為國內生物性材料產業開創新的契機，因此本文將針對菌絲體成型技術與其應用範圍進行介紹，並將說明此技術與菇類產業共同發展之可行性。

二、菌絲體成型技術

真菌為世界上目前已知生長最快速的生物，也被廣泛的認為是地球上最大的生物體，加上其細胞壁由牢固且堅硬的幾丁質所構成，無疑是相當具發展前景的生物性材料來源，近年來更有部分科學家認為真菌所構成之菌絲體極具潛力可於未來取代橡膠、皮革甚至是塑膠。Ecovative Design公司即是利用真菌的菌絲體開發相關包材之先驅者，在其提出此構想後，許多新創公司也以此概念為基礎陸續開發相關之模式，如舊金山的Mycoworks團隊將類似的想法應用於靈芝上，並以此製成所謂「真菌皮革」，除和動物皮革具相似質感外，更可有效控管皮革的緻密程度，使得其比動物皮革更加堅韌；另一間 MycoTecture公司則進一步使用真菌菌絲「生長」出牆壁、拱門和圓柱以及其他建築結構的形狀 (Vasquez & Vega, 2019)；而2014年紐約的Living工作室與Ecovative Design合作，將消毒後的玉米穗軸及真菌菌種放入特殊形狀之模具中，開發出菌絲體磚塊，並利用這些磚塊於紐約P.S.1當代藝術中心院子裡，構築出約12米的高塔，使菌絲體成型之產品不單僅是取代各種家具或包材，更成為了藝術品。菌絲體成型技術所產生的再生材料被稱為「MycoComposite」，而使用不同的真菌種類，可產出具彈性、隔熱或耐震等不同特性的材質，Doutres等人也針對此些特性進行初步測試，研究結果指出由真菌所製成的再生材料可有效降低350Hz至4kHz噪音，未來有機會可替代以石化原料或合成纖維製成的傳統吸音材料(Doutres et al., 2010, Pelletier et al., 2013, Pelletier et al., 2019)。此外，近年來也有國外業者將其應用於生產如有機絕緣體(Bayer and McIntyre, 2016b)、雞蛋包裝盒、導電電路板 (Vasquez & Vega, 2019)、有機冷卻器、生物可降解的花盆、剛性防火牆、客製化家具 (Bayer et al., 2019)

或牆面 (Bayer et al., 2020)等，藉以取代目前龐大且無法分解的石化材料製品，並為環境保護貢獻一份心力。

三、菇類菌絲體成型技術發展之可行性

台灣菇類栽培最早可溯源自1909年，至今已超過百年之歷史，其中1960年代更因政府的投入與輔導，讓台灣成為世界洋菇出口第一位，並享有「洋菇王國」之美譽。時至今日，菇類產業年產值已超過百億，占整體蔬菜產值之18%，成為我國蔬菜產業不可或缺之一環(圖一)。由於菇類栽培極具商業價值，致使產業快速發展，造成國內菇類栽培太空包數量逐漸增加，每年生產量超過5億包(圖二)；若以每包1公斤計算，每年所產生之菇類栽培後介質已超過50萬公噸以上，如何處理如此龐大之栽培後介質儼然成為急需解決的產業問題。

菇類栽培後介質於國外稱為spent mushroom substrate (SMS)、菌糠或菌渣(圖三)，其主要成分與其栽培之菇種具有關聯性，但一般皆含菇類菌絲體、菇類代謝產物、栽培介質分解代謝後之殘留物與水分等。由於菇類栽培介質大多是如稻草、木屑與玉米芯等富含纖維素、半纖維素與木質素等不易分解之有機質組成，而一般菇類僅能將其中30~40%之培養基質轉化為菌絲體與菇體，仍有接近60~70%之資材處於未分解或部分分解之情況，代表依舊有大量尚未被利用之養分存在其中。此外，菇類還會產生糖類及蛋白質等物質遺留於SMS中，使其相較於原始材料更具有豐富的營養，質地也更加鬆軟。由於上述之特性，使得SMS非常具有再利用之潛力，特別是僅採收一次之菇類，如金針菇、鴻喜菇與杏鮑菇等(圖四)。目前各國對於SMS之利用也有進行相關研究，主要包含：作為菇類栽培、作物用堆肥、介質或生物製劑、禽畜飼料、燃料或生質能源、生態環境修復或酵素與多醣體萃取之材料等。其中，堆肥為台灣菇類之SMS再利用中最常見之方式，

圖一、菇類產業為台灣農業相當重要之一環。

圖二、太空包為國內最常使用的菇類栽培法。

主要是透過發酵與分解等過程，將其轉化成腐植質作為作物生長之用的養分。除上述已知的SMS再利用方式外，如能利用SMS中仍含大量活性菌絲的特點，配合上「菌絲體成型」技術，並調整菇類的生長條件及後續加工處理，研發菇類栽培剩餘資材之菌絲體成型技術，開發對環境友善且容易分解的真菌性材料，不僅不必如國外仍需額外培養真菌接種入生長基質中，達到省工及降低成本之效益，於未來也可應用於雞蛋、酒類及化妝品等包裝中，並同時為去化龐大的菇類栽培剩餘介質另闢新徑。

圖三、菇類栽培後介質(spent mushroom substrate)。

圖四、杏鮑菇。

開發菌絲體成型技術除可減少對環境的污染外，E. Bayer於TED Talk演講中也提及，由於真菌具有高適應性，因此鼓勵不同國家可依據當地情況採用在地的農業副產品做為原料，不僅可降低對進口原料的依賴，更可減少運輸成本，如在中國可選用稻殼或棉籽殼；如在北歐或北美，則可改用蕎麥或燕麥麩皮等作為培養材料。而依綠色國民所得統計107年台灣所衍生出的農業廢棄物多達510萬噸，其中有將近9成屬於生物性基質，以稻殼及稻稈為最大宗。此類廢棄物雖富含有機質與營養源且重複利用性高，但因其含水量高，占空間又不易移置等缺點，多半農民仍習慣以露天燃燒或任意丟棄的方式處置，未有標準化的集中處理流程，造成的環境髒亂和空氣污染問題日趨嚴重。現今雖已開發出諸多具潛力的廢棄物處理方式，如：作為飼料、堆肥或燃料之原料等用途，但若能將國內之農業廢棄物融合於菇類菌絲體成型技術中使用，則可有效增加材料的結構穩定性，並使菌絲體成型技術於未來應用於更廣的範疇中。

四、結語

菌絲體成型技術除具可自然分解及對人體無害等優點外，只要做得出模型，便可產生任何想製成的形狀，具有塑形容易的特點；而在使用完畢後，消費者只需將再生材

料徒手分解成較小的體積，置於家中庭園的土壤或花盆中約1個月後其即可自行降解成堆肥回歸大自然，甚至有機會改善土壤肥力。菌絲體成型技術目前雖於國內尚處於起步階段，也存在需有一定的生長時間和生產成本較高等種種挑戰，甚至仍需對此材料之特性作進一步的研究與試驗，確認如何使其可大規模製造，達到具有和塑化製品競爭的能力，但如研發成功不僅有助於解決現階段菇類廢棄太空包和農業廢棄物過剩的難題，且可降低石化原料所造成的汙染問題並提升生態價值，同時增加菇類產業的附加價值，因此實為未來值得大力推展之方向。

五、參考文獻

Bayer E, Mcintyre G, 2016a. Method for producing grown materials and products made thereby. U.S. Patent No. 9,485,917 B2.

Bayer E, Mcintyre G, 2016b. Method of growing electrically conductive tissue. U.S. Patent No. 9,253,889 B2.

Bayer E, Mcintyre G, Mueller P, et al. 2020. Methods of Generating Mycelial Scaffolds and Applications Thereof. U.S. Patent No.2020/0157506 A1.

Bayer E, Mueller P, Scully C, 2019. Method of fermenting mycelium composite material. U.S. Patent No. 10,407,675 B2.

Doutres O, Salissou Y, Atalla N, Panneton R, 2010. Evaluation of the acoustic and non-acoustic properties of sound absorbing materials using a three-microphone impedance tube. Applied acoustics 71, 506-9.

Geyer R, Jambeck JR, Law KL, 2017. Production, use, and fate of all plastics ever made. Science advances 3, e1700782.

Karana E, Blauwhoff D, Hultink E-J, Camere S, 2018. When the material grows: A case study on designing (with) mycelium-based materials. International Journal of Design 12.

Pelletier M, Holt G, Wanjura J, Bayer E, Mcintyre G, 2013. An evaluation study of mycelium based acoustic absorbers grown on agricultural by-product substrates. Industrial Crops and Products 51, 480-5.

Pelletier M, Holt G, Wanjura J, et al., 2019. Acoustic evaluation of mycological biopolymer, an all-natural closed cell foam alternative. Industrial Crops and Products 139, 111533.

Vasquez ESL, Vega K. From plastic to biomaterials: prototyping DIY electronics with mycelium. Adjunct Proceedings of the 2019 ACM International Joint Conference on Pervasive and Ubiquitous Computing and Proceedings of the 2019 ACM International Symposium on Wearable Computers, September 9-13, 2019, 308-11.

重要檢疫病毒 ToBRFV與ToMMV 的核酸檢測技術

農試所植病組 鄭櫻慧 蔡筱婷 林玫珠 陳金枝
農試所生技組 王昭月　防檢局 黃國修 王惠雯

一、前言

菸草嵌紋病毒屬(genus Tobamovirus)是Virgaviridae病毒科最大的一屬，具有短桿狀病毒顆粒，病毒顆粒結構穩定，不需經由昆蟲媒介傳播，而是經過機械接觸傳播，如工人的手，衣服，工具等觸摸後傳播至另一植株。此病毒不侵入種子內部但以汙染種殼方式，藉由種子進行長距離傳播 (Chitra et al., 1999)，也可藉由嫁接等操作在種苗間傳播。病毒也能殘存於受污染的土壤，作為初次感染源。菸草嵌紋病毒屬病毒是危害茄科作物重要的病毒之一，自然界發現危害茄科作物的本屬病毒計有曼陀羅微斑駁病毒 (brugmansia mild mottle virus, BrMMV)、歐布達番椒病毒 (Obuda pepper virus, ObPV)、紅椒微斑駁病毒 (paprika mild mottle virus, PaMMV)、番椒微斑駁病毒 (pepper mild mottle virus, PMMoV)、長葉車前草嵌紋病毒 (ribgrass mosaic virus, RMV)、菸草潛隱病毒 (tobacco latent virus, TLV)、菸草微綠嵌紋病毒 (tobacco mild green mosaic virus, TMGMV)、菸草嵌紋病毒(tobacco mosaic virus, TMV)、番茄褐斑皺果病毒 (tomato brown rugose fruit virus, ToBRFV)、番茄斑駁嵌紋病毒 (tomato mottle mosaic virus, ToMMV)、番茄嵌紋病毒 (tomato mosaic virus, ToMV)與黃尾花微斑駁病毒 (yellow tailflower mild mottle virus, YTMMV)等12種。ToMV是危害番茄最重要的病毒之一，有3個主要病毒株ToMV-0, 1及2，育種人員從野生種多毛番茄及秘魯番茄找到3種對抗ToMV的抗病基因：Tm-1（抗 ToMV-0, 2）、Tm-2 （抗ToMV-0, 1）及Tm-2^{2}（抗ToMV-0, 1, 2，與 Tm-2 基因位於相同基因座）。源自秘魯番茄的Tm-2^{2} 基因對於3種病毒株均有極佳抗病性與持久性，世界各國對於具有強抗病 Tm-2^{2} 基因之品種需求甚高。前述12種病毒中的ToBRFV與ToMMV就是因為可以擊敗抗病基因Tm-2^{2}，感染具有此抗病基因的番茄，使國際間聞之色變。ToBRFV是最早於2015年約旦發現的病毒 (Salem et

作　　者：鄭櫻慧副研究員
連絡電話：04-23317517

al., 2016)，除了約旦之外，加拿大、墨西哥、美國、德國、希臘、義大利、英國、以色列、中國、及北巴勒斯坦都有發現ToBRFV的報告。 ToMMV則於2013年墨西哥發現的病毒 (Li et al., 2013)，目前美國、中國、以色列和西班牙也有發生報告。台灣有紀錄感染茄科作物的菸草嵌紋病毒屬病毒計有PMMoV、TMGMV、ToMV及TMV 等4種，目前尚未發現此2種病毒。

病毒的鑑定方法有很多，早期多以病毒形態、病徵、血清學分析等方式進行，尤其是ELISA，已被廣泛作為用於植物病毒的免疫檢測方法，它的優點有可以處理大量樣本、高靈敏度、使用方便快速和定量檢測，其缺點是同屬病毒種間親緣性高，容易造成病毒鑑定的誤判。隨著分子生物學檢測技術的進步，以病毒基因體做為偵測標的變得普遍，最常用的診斷技術是PCR或RT-PCR，還可以用於區分同一病毒群中的特定和非特定成員。由於它們的靈敏度高，還可以克服植物組織中低病毒濃度的問題。本文將闡明建立ToBRFV及ToMMV這2種重要檢疫病毒的核酸檢測技術的重要性，並介紹其應用於輸入茄科種子檢測現況。

二、感染茄科菸草嵌紋病毒屬病毒基因體比對

Tobamovirus菸草嵌紋病毒屬病毒的短桿狀病毒顆粒內含一條單股RNA (+ssRNA) 基因體，約含有6,300-6,530個去氧核醣核苷酸。基因體RNA上有4個ORFs (open reading frame)，ORF1為ORF2略過終止密碼子轉譯產生，二者皆為非結構蛋白，形成複製酶複合物。ORF3、ORF4由基因體RNA對應產生2個次基因體RNA轉譯而來，ORF3轉譯出移動蛋白(movement protein, MP)；ORF4轉譯出鞘蛋白(coat protein, CP)，分子量約為17至18kDa。比較NCBI網站上登錄全長度完整基因體的11種感染茄科的該屬病毒標準株繪製親源樹(圖一)，觀察彼此之間的親源關係。ToBRFV與最相近的TMV的相同度為81.8%，ToMMV與最相近的ToMV的相同度為84.3%，台灣有紀錄的另外2病毒PMMoV與TMGMV與前述病毒在親源樹更外圍，基因體相同度更低。

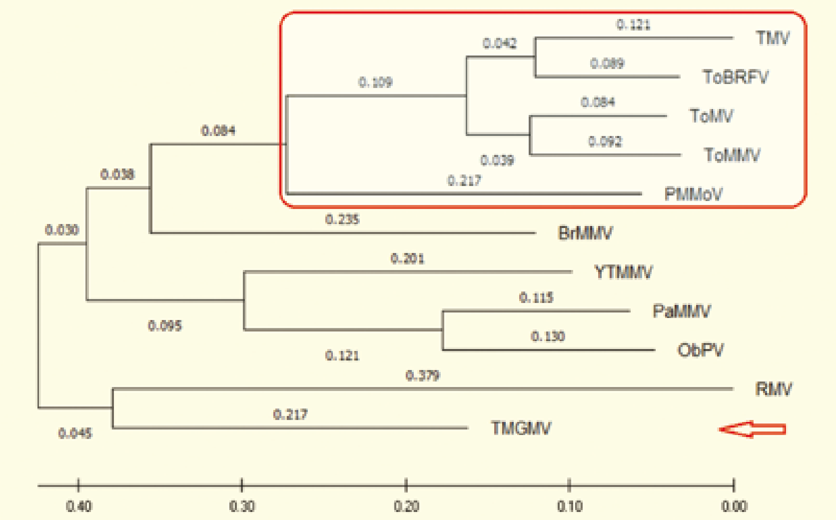
三、ELISA檢測之種間區別性探討

酵素結合免疫吸附分析法 (Enzyme-linked immunosorbent assay, ELISA) 為實驗室中常用的一種檢測技術，其原理利用抗體與抗原專一性結合的特性，配合呈色劑反應，利用呈色深淺來定量樣品中特定目標蛋白質的含量。決定ELISA檢測效果的是抗血清或抗體，抗血清是以純化後的病原為抗原，免疫注射至動物，而其上所具有的多數抗原決定基(epitope)，在生體內針對每一抗原決定基能產生其相對應的一種抗體，如此所得之抗血清中就含有各不同抗原決定基所產生的抗體存在，即稱之為多元抗體。病毒檢測上最常用的多元抗體為純化病毒顆粒或鞘蛋白免疫動物產生之抗血清。抗原決定基最少須含

有4～6個胺基酸，圖二比對台灣有紀錄之TMV、ToMV、PMMoV、TMGMV與ToBRFV、ToMMV之鞘蛋白胺基酸序列，ToBRFV、ToMMV、TMV與ToMV的基因體核苷酸相同度約為80%左右，但其鞘蛋白胺基酸序列相同度略高於核苷酸相同度，圖二為6種病毒之胺基酸序列比對，黃色底為完全相同胺基酸，藍色底為性質相近胺基酸，6種病毒之鞘蛋白缺乏完全相異的4～6個胺基酸可以作為專一性的抗原決定基，製備單元抗體幾乎不可能，多元抗體的交叉反應不意外非常強烈 (Letschert et al., 2002)。實驗室中以ToMV製備的多元抗血清，可以測到TMV、ToMV、PMMoV、TMGMV 等4種病毒。

四、核酸檢測系統的建立與應用

專一性引子對設計：TMV、ToMV、PMMoV、TMGMV、ToBRFV與ToMMV6種病毒的基因體核苷酸相同度如圖一，雖然ToBRFV、ToMMV與PMMoV、TMGMV核苷酸相同度只有65%左右，但檢視其核甘酸比對圖相異的核苷酸幾乎均勻分布於病毒基因體，只在移動蛋白(ORF 3)的C端有較完整差異片段 (圖三)，這與前人報告Tm-2[2]基因與移動蛋白作用，使病毒失去致病力的結論相符 (Weber et al. 1993)。根據ORF 3核苷酸相同度低的區域設計具有專一性的引子之核酸檢測法為避免病毒間相互干擾的可行方法。比對NCBI網站登錄的ToBRFV與ToMMV的核苷酸序列，依上述



(%)

	ToBRFV	ToMMV	TMV	ToMV	PMMoV	TMGMV
ToBRFV	100.0	80.9	81.8	81.1	68.8	65.2
ToMMV	80.9	100.0	78.9	84.3	69.1	65.1
TMV	81.8	78.9	100.0	79.4	69.1	64.3
ToMV	81.1	84.3	79.4	100.0	69.8	66.0
PMMoV	68.8	69.1	69.1	69.8	100.0	65.7
TMGMV	65.2	65.1	64.3	66.0	65.7	100.0

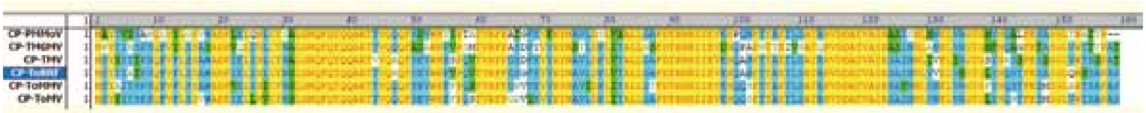
圖一、感染茄科菸草嵌紋病毒屬病毒基因體核甘酸序列以MEGA進行親緣關係分析之樹狀圖(上)以及重要檢疫病毒ToBRFV與ToMMV基因體核甘酸序列與台灣有紀錄4種病毒之相同度(下)。

區段設計上游的專一性引子(ToBRFV:5'-CAGACAAAAACCAAAGGAAGG-3'；ToMMV:5'-AAAAGGGCGGTCTAATTTCCGTAA-3')，下游引子為位於CP基因，6種病毒共用的引子(5'-TTCGATTTAAGTGRASGGRWAAVCACT-3')，預期ToBRFV產物大小約680 bp，ToMMV產物大小約693 bp。以質體進行測試時，可以專一性針對目標病毒增幅產生預期大小的DNA產物，與其他同屬病毒則無反應(圖四上)。

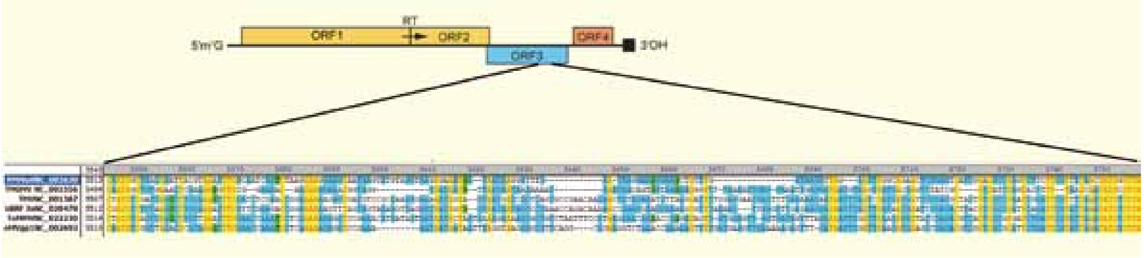
以反轉錄聚合酶連鎖反應 (Reverse Transcription-Polymerase Chain Reaction, RT-PCR) 進行種子檢測：防檢局採樣之茄科種子寄至農試所，進行檢測時至多以200顆種子作為一個樣本，以醋酸鉀緩衝液浸泡，敲碎種子之萃取液，再以核酸萃取試劑套組 (TACO Plant DNA/RNA Extraction kit) (GeneReach Biotechnology Crop., Taichung, Taiwan)純化其總量核酸。RT-PCR以單一步驟RT-PCR試劑組 (DiaStarTM 2X OneStep RT-PCR Smart Mix) (SolGent Co., Korea) 進行，15 uL的反應液中加入1 uL的純化核酸為模板，各0.5 μL 之10 μM上下游引子。RT-PCR之進行於熱循環反應儀 (Biometra, Germany) 中，設定反應程序為50℃下進行反轉錄30分鐘，95℃變性15分鐘；後進行35個PCR循環反應：95℃變性20秒，52℃鍊合40秒，72℃聚合1分鐘，最後一個循環之72℃聚合反應延長為5分鐘。反應產物以1.5%電泳瓊膠 (SeaKem, Agarose, Cambrex Bio Science Rockland, Inc., Rockland, ME USA) 進行分析。圖四下為檢出ToBRFV或ToMMV的結果，增幅的DNA產物經過電泳純化後，委託明欣生物科技公司進行定序分析確認。

五、結語

病毒病害沒有化學農藥可以防治，植株罹染病毒後，僅能拔除病株以及防止其傳播擴散。因此，育種導入抗病基因是防治病毒病害最重要有效的手段。

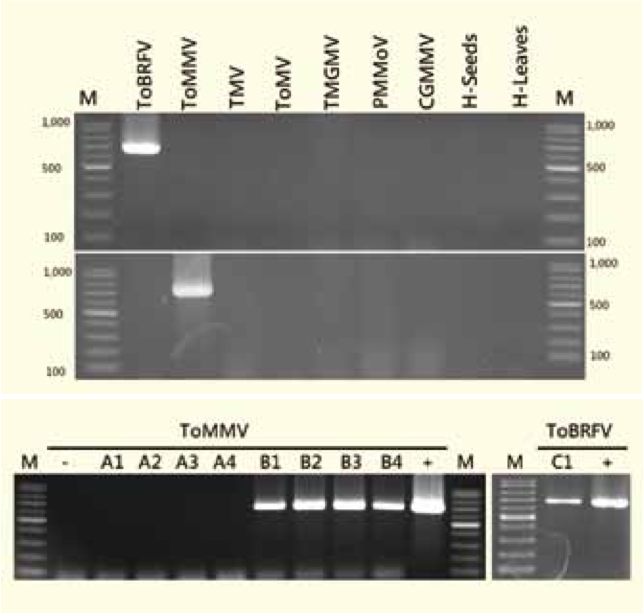


圖二、TMV、ToMV、PMMoV、TMGMV、ToBRFV與ToMMV6種病毒的鞘蛋白胺基酸序列比對。



圖三、比對TMV、ToMV、PMMoV、TMGMV、ToBRFV與ToMMV6種病毒的基因體核苷酸，在移動蛋白(ORF3)的C端有較完整差異片段。

在尚未育出抗病品種前，透過病毒檢測拒絕病毒入侵，是重要的病害管理手段。近年發現ToBRFV與ToMMV可以擊敗番茄重要的抗病基因Tm-2^2，各國紛紛對此2病毒設立檢疫關卡，希望將此2病毒阻絕於國門之外。若此2病毒傳入國內除了對番茄栽培帶來重大危害，也會妨礙茄科種子在國際間的貿易，因此動植物防疫檢疫局已於110年1月21日頒布將ToBRFV列為輸入植物檢疫規定項目，目前正進行ToMMV的風險評估等前置步驟。本試驗建立的方法可以有效地從輸入番茄種子樣本檢出ToBRFV或ToMMV，防止此2種病毒入侵，確保我國非疫區地位。



圖四、利用ToBRFV與ToMMV的專一性上游引子配合共通下游引子進行RT-PCR測試(上)，ToBRFV及ToMMV行以基因合成之質體做為模板，其他病毒以萃取自感染菸草之核酸作為模板，最右邊2行以萃取自健康種子與健康菸草之RNA作為負對照。下圖為輸入番茄種子進行檢測，樣本B檢出ToMMV，樣本C檢出ToBRFV。RT-PCR產物以1.5%膠體電泳分析。

六、參考文獻

Chitra, T. R., H. S. Prakash, S. E. Albretchsen, H. S. Shetty, and S. B. Mathur. 1999. Seed transmission of mosaic viruses in tomato and bell pepper. Trop Sci 39, 80–84.

Letschert, B., A. Günter, L. Dietrich-Eckhardt, P. Willingmann, and C. Heinze. 2002. Detection and differentiation of serologically cross-reacting tobamoviruses of economical importance by RT-PCR and RT-PCR-RFLP. J Virol Methods 106, 1–10.

Li, R., S. Gao, Z. Fei, and K.-S. Ling. 2013. Complete genome sequence of a new tobamovirus naturally infecting tomatoes in Mexico. Genome Announc. 1: e00794-13.

Salem, N., A. Mansour, M. Ciuffo, B. W. Falk, and M. A. Turina. 2016. A new tobamovirus infecting tomato crops in Jordan. Arch. Virol. 161, 503–506.

Weber H, S. Schultze, and A. Pfitzner. 1993. Two amino acid substitutions in the tomato mosaic virus 30-kilodalton movement protein confer the ability to overcome the Tm-22 resistance gene in the tomato. Journal of Virology. 67, 6432-6438.

利用ORYZA(v3)稻潛力模式建立國內品種參數之簡介

農試所作物組 楊滿霞 呂椿棠 陳卿儒

一、前言

稻米是台灣最重要的農作物之一，面對全球暖化氣候變遷的影響，水稻產量潛力預估與最適栽培模式之研究日益重要，ORYZA(v3)為全球重要稻生長模型之一，由位於菲律賓的國際稻米研究所(IRRI)研發，其包含4種模式，分別為潛力模式、氮肥限制模式、水分限制模式及氮肥水分交感模式。潛力(Potential)模式指在理想環境下(肥分水分控制理想下)水稻生長發育的模擬狀態。本篇將以水稻台農71號的試驗資料為例，進行潛力模式運作必備資料檔案及操作流程簡介。

二、潛力模式之資料準備

ORYZA(v3)稻潛力模式的運作，需要預先準備有關品種的重要資訊，該軟體讀取這些資料後才能進行模擬分析，資料準備包含試驗檔、氣象檔、作物檔及控制檔，說明如下：試驗檔內容主要為田間取樣資料的輸入，包含水稻生長階段各取樣日調查之葉面積指數(LAI)、綠葉乾重(WLVG)、枯葉乾重(WLVD)、莖乾重(WST)、穗乾重(WSO)、總生質量乾重(WAGT)，圖一為水稻「台農71號」2016年一期作的取樣資料，說明試驗檔所需取樣資料內容，該圖顯示該期作共取樣7次(包含營養生長期3次取樣)：插秧後14天(M1)、28天(M2)及42天(M3)、幼穗分化期(PI)、開花期(FL)、穀粒充實期(GF)及生理成熟期(PM)，灰色柱狀代表葉面積指數，其他不同顏色的折線圖代表相對應的乾重趨勢。氣象檔一般需要試驗期間現地的氣象觀測資料，圖二為2016年農試所農業氣象測站1到7月的氣象觀測資料，氣象檔包含資訊為最高溫(max temperature)、最低溫(min temperature)、雨量(precipitation)、蒸氣壓(vapor pressure)、平均風速(mean wind speed)、日輻射量(Irradiation)。作物檔部分包含該品種的一些重要生

作　　者：楊滿霞助理研究員
連絡電話：04-23317128

理性參數，部分參數可藉由本軟體的校正流程得到適合的估計值，將在下一段簡單說明。最後為控制檔部分，主要為記錄各資料檔的路徑及指定ORYZA(v3)所產生資料存放的路徑資訊。

三、作物參數校正簡介

作物參數校正流程包含3部分，首先為估計各生長階段之生長速率，所需執行檔為DRATE(v3).exe，其所需檔案為氣象檔、試驗檔、控制檔(PAEAM.IN)和作物檔。首次做參數校正時，作物檔建議使用具相似特性品種參數當校正的起始，如手邊沒有類似品種的參數資料可參考，亦可使用ORYZA(v3)所提供的示範檔當作校正的起始值，說明校正流程如下：

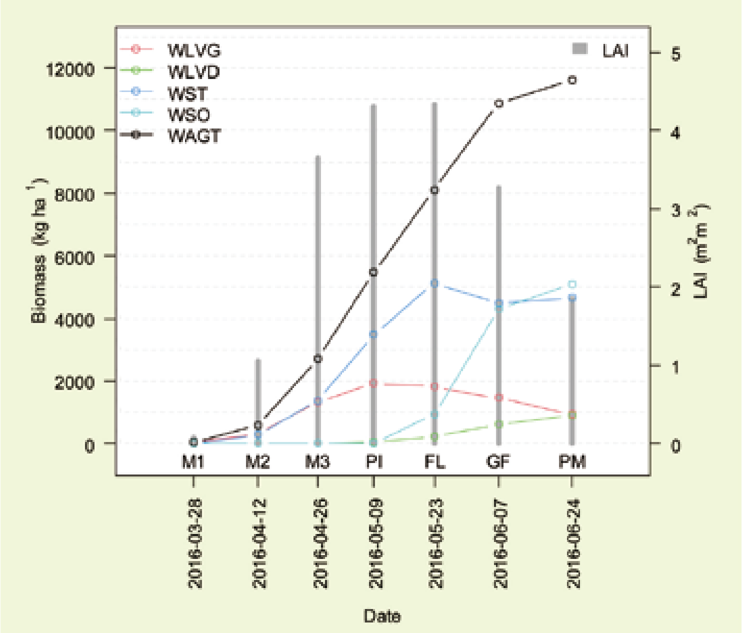
執行DRATE(v3).exe，後再依據產出的內容修改作物檔內的各生長階段生長速率估值後，另存為作物檔第二版，再進行下一階段的作物參數估計。

執行PARAM(v2).exe，其所需檔案除了作物檔第二版外，其他檔案與前部分相同，該程式的主要作用為利用DRATE(v3).exe所估計的生長速率來估計各取樣期之發展階段及葉、莖、穗的生長速度，分析結果更新作物檔第二版後另存為作物檔第三版。

完成前兩步驟後，再進行最後的參數校正階段，校正執行檔為Auto Calibration (v3).exe，由於校正過程需要做生長模擬，故亦需要ORYZA3.exe才能進行校正作業，所需檔案除了氣象檔、試驗檔、作物檔第三版外，還需控制檔CALIBRIN.dat，成功的校正結果將產出8個檔案，內容包含呈現水稻自播種到成熟期間，逐日/周(依設定)葉、莖、穗等的乾重變化、模擬的最終產量值、校正過程中使用的檔案及暫存檔案、氣象紀錄檔、所有校正的歷程包含模擬葉莖穗統計量與其觀測值的差異。上述說明如圖三ORYZA(v3)作物參數校正流程。

四、水稻生長模擬簡介

獲得校正的作物檔後，即可進行水稻生長模擬(圖四)，所需執行檔為ORYZA3.exe，所需檔案為氣象檔、試驗

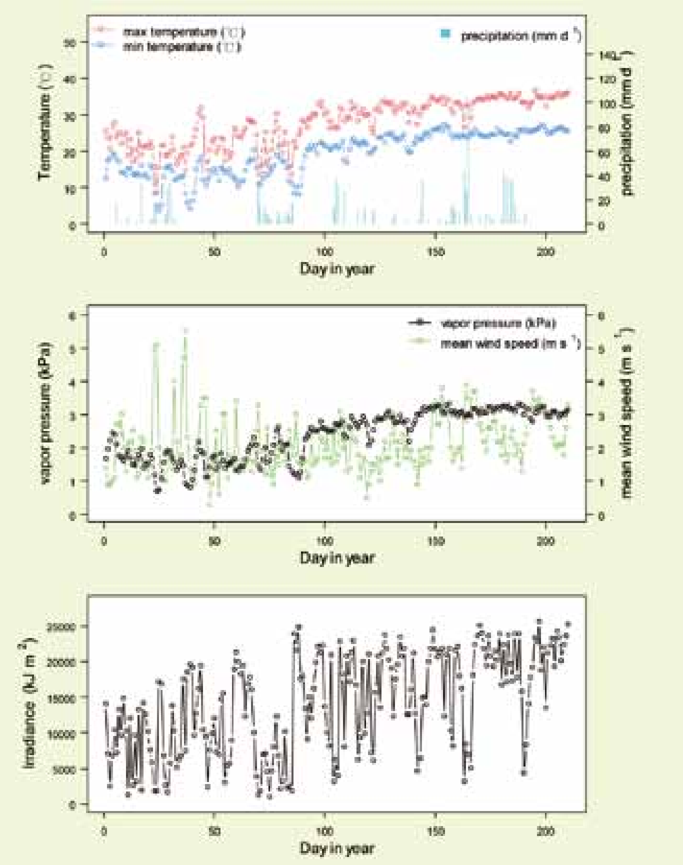


圖一、水稻「台農71號」2016年一期作的取樣資料。

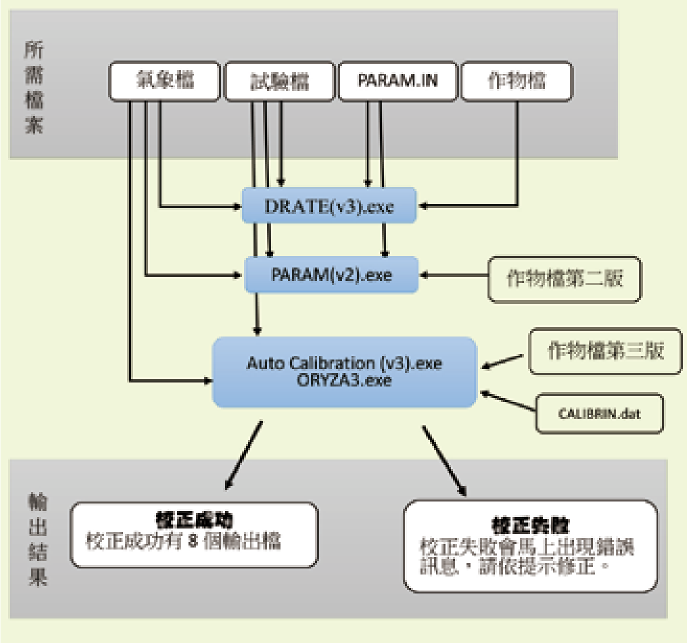
檔、CONTROL.DAT及完成校正的作物檔。執行水稻生長模擬潛力模式下，執行ORYZA3.exe後如僅出現2個紀錄檔，代表模擬失敗，可依據紀錄檔內容微調再重新分析；如出現5個輸出檔代表模擬成功，檔案內容包含自水稻播種到成熟期間，逐日/週(依設定)葉、莖、穗等的乾物重模擬生長變化、模擬的最終產量值等。作物檔必須經過適當的校正過程，才能獲得可信賴的模擬結果。一般來說，需要至少3期作(或地區)試驗資料參與作物參數校正過程，由此獲得的作物參數才能進行可信的作物生長模擬，以圖五水稻「台農71號」說明為例，分別使用2、3及4期作資料進行作物參數校正，所獲得的作物校正檔進行水稻生長模擬，模擬年度為2016到2018年共6期作，Y軸代表其模擬的產量/實際產量的百分比，模擬結果平均值從80.9%上升為101.8%，標準差從26.1下降為19.5，可見增加期作取樣資料參與參數校正流程，將增加產量預估準確度。

五、結語

ORYZA(v3)可自國際稻米研究所免費下載使用，藉由給定模擬情境，例如理想給水給

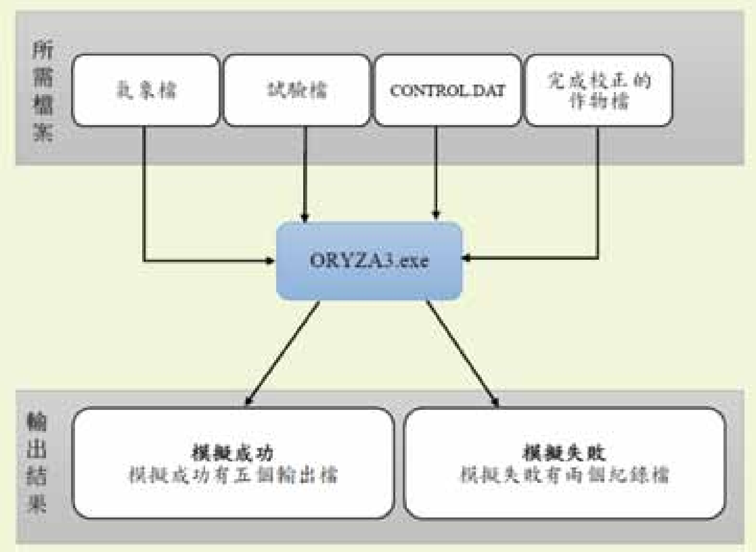


圖二、2016年農試所氣象站紀錄1到7月的氣象資料。

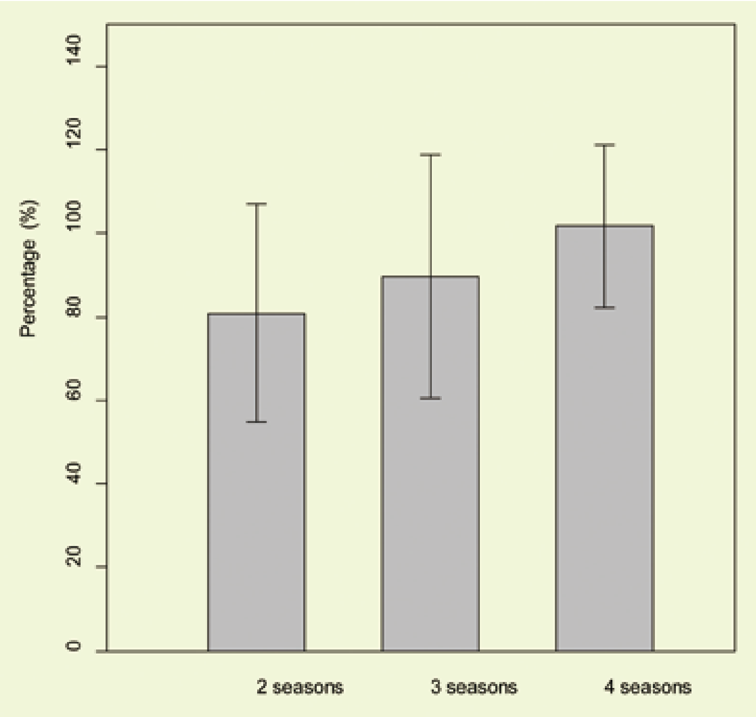


圖三、ORYZA(v3)作物參數校正流程。

肥、節水、氮肥施用調整或氮肥水分交感情形，進行水稻生長模擬，分析結果包含水稻之葉莖穗的逐日/週的生長模擬資料，ORYZA(v3)除了考慮水稻種植環境、栽培管理方式與氣象，更考量屬於不同品種間作物參數的設定與校正，以提升水稻產量與各重要時期預估之準確性，此有助於水稻監測方法之開發。欲利用此模型進行生長模擬，一如本文前述需先有待試品種的作物參數資訊，此需要先投入一定的人力與時間作初步的取樣調查，俟累積足夠的試驗資料後才能進行參數校正的工作，該品種參數校正作業完成後，才能進行後續之生長模擬分析。獲得穩健的品種參數是使用ORYZA(v3)進行生長模擬的關鍵一步，目前本所正積極對台灣主要水稻推廣品種進行田間試驗並逐步進行參數校正作業。



圖四、ORYZA(v3)生長模擬流程。



圖五、以水稻「台農71號」為例，分別使用2、3及4期作資料進行校正，所獲得的作物校正檔進行水稻生長模擬，誤差線為標準差。

六、參考文獻

戴宏宇、陳富原(2017)。ORYZA-稻生長模型之介紹及應用。技術服務季刊。111:p01-03。

美國佛羅里達州 園產品採後處理 參訪簡記

農試所農場組 蔡璿如

一、前言

園產品自採收後至國內外消費者手中，如何維持其優良品質，由品質檢測、採後處理技術、包裝至冷鏈物流，其學問環環相扣，採後處理為提升園產品競爭力的一項重要技術。

本次於出國研習採後處理技術期間，報名由佛羅里達大學 (University of Florida) 園藝系每年3月主辦之佛羅里達採後處理參訪 (Florida Postharvest Horticulture Tour)。佛羅里達州位於美國東南部，全州呈半島地形，位於大西洋、墨西哥灣與加勒比海間，陸域與水域總面積約170,451萬平方公里，為台灣的7倍，以觀光業為主要經濟來源，農業是第二大產業，為美國僅次於加州的第二大蔬果生產州。佛羅里達州屬沼澤地形，四處可見運河，成為農業灌溉水來源，主要生產項目柑橘、葡萄柚、甘蔗、黃瓜、南瓜 (squash)及鮮食番茄，產值皆為美國第一，另有生產青椒、甜玉米、草莓、四季豆等。

此次行程時間為109年3月2日至3月6日共五天，內容以佛羅里達州當地田間、產業參觀為主，包含針對栽種、採收、採後處理、包裝、物流運送等進行講解與問題討論。同行參與人員包括園藝、食品科學領域的教授，佛羅里達大學園藝系研究生、阿拉巴馬大學食品科學系研究生，另外有美國農業部 (U.S. Department of Agriculture)、美國食品藥品監督管理局 (U.S. Food and Drug Administration) 等政府機構人員參加。

作　　者：蔡璿如助理研究員
連絡電話：04-23317757

二、園產品採收

本次參觀走訪草莓、萵苣、櫛瓜(Zucchini)的收穫過程，草莓採收為人工收穫，以小推車於田間進行採收 (圖一)，田埂兩側進行初步的品質檢測，田間亦有類似監督者隨機抽查各個採收者的草莓狀況，採收完畢後便載至鄰近工廠進行預冷。櫛瓜採收仰賴人力以刀進行收割，採收完後直接於田埂旁的貨車上進行水洗與裝箱，以40℉ (約4~5℃)清水人工清洗 (圖二)。

萵苣採收則依產品包裝方式不同，該農場有兩種採收機械，採單獨包裝之萵苣，兩人一組，一人採收去除莖部與外層葉並裝袋，另一人封袋將萵苣送上自動履帶裝箱。另一則是田間採收後不單獨包裝，直接裝箱 (圖三)。裝箱至預冷過程於四小時內完成最佳，通常控制在兩小時內。

勞力缺乏是近年美國的農業問題之一，身為農業大州的佛羅里達州同樣面臨此困境，因此近年農業人力多透過H-2A簽證(Temporary Agricultural Visa Program)引進外來人力，短工多來自墨西哥，彌補收穫時期農忙的人力短缺，農場通常需負擔短工的食宿、日常採買。

三、園產品包裝

佛羅里達的美國柑橘生產多做為加工用，僅有5%作為鮮食用，以下介紹本次參訪的柑橘包裝廠，包裝廠的位置鄰近生產者 (約8公里)，收穫後的柑橘直接由卡車送至包裝廠，卸貨後進入自動化產線，首先機器進行風選去葉，較大枝條則由人工挑選，接著進行水洗，水洗時會加入SOPP，為一種柑橘專用的殺真菌清潔劑，水洗後風乾，接著上蠟，原因是水洗時會洗去柑橘表層天然的蠟質，上蠟可以防止水分流失，增加儲藏的時間，同時外觀較佳具有光澤，接著由人工進行電腦的外觀品質選別 (圖四)，依大小進行分級後，由機器自動化包裝，以網袋包裝為主，完成後即可出貨。依出貨對象要求，該業者亦設有冷藏室方便預冷柑橘。

在氣候溫暖、收穫前期採收的柑橘，即便果實已經成熟，但果皮尚還有大量的葉綠素，呈現綠色外觀。由於多數消費者仍喜好橘色果皮的柑橘，因此包裝場外還設有Degreening Room，在85℉ (約29.4℃)、黑暗高濕度的環境下，以低濃度的乙烯處理，促進果皮的葉綠素降解與類胡蘿蔔素合成增加，達到轉色目的。

四、園產品預冷處理

園產品採收後會累積大量的田間熱及呼吸熱，熱能釋放容易加速園產品腐敗，因此預冷為運輸、冷藏或加工前將田間熱及累積的呼吸熱除去，使產品快速降溫的一種處理措施。採後預冷處理方式依產品特性不同，且不同的構造形狀也會影響產品的熱傳導效率，各有適合的預冷方式，佛州地區常見的預冷方式有壓差預冷 (forced-air cooling)、

水冷式預冷 (hydro-cooling)、真空預冷 (vacuum cooling)等，以草莓為例，通常使用壓差預冷，漿果類產品不建議使用水冷，水分容易加速腐敗，而水冷式預冷利用水帶走產品內部的熱能，適合耐濕性的產品，例如玉米，真空預冷降溫效率快，適合表面積大、易腐敗的葉菜類，常見於萵苣。以下就各項預冷方式說明：

(一) 壓差預冷

隧道式壓差預冷於兩列貨盤中間預留隧道，貨箱上覆蓋帆布，利用進風口造成負壓，使熱空氣由中間隧道被抽出，將外部冷空氣強制流入貨盤商品間，利用空氣流達到冷卻效果，包裝箱上會預留孔洞，讓冷空氣進入與產品接觸 (圖五)。

新鮮草莓採收後，預冷前會再以機器進行品質選別，接著使用壓差預冷立即冷卻至40℉ (約4~5℃)，冷卻時間約1至2小時，視採收時溫度高低略有不同。Wish Farms業者使用MACS (Modular Automated Cooling System) 冷藏庫 (圖六)，為一種新型自動化密閉式的冷卻系統，利用壓力差將熱空氣抽出，注入冷空氣，與傳統隧道式預冷相比能更均勻的覆蓋冷空氣，使冷卻更有效率。堆高機將貨盤置於入口轉盤後，於面板設定目標溫度、條件，感測器便會自動調整降溫、轉盤及對流進行預冷，待預冷完成後貨盤會自動於轉盤送出 (圖七)，貨盤接著分批進行預冷。整個過程由採收至預冷到出貨至零售商約時4天。

圖一、草莓人工採收。

圖二、櫛瓜收穫後於貨車上進行人工水洗、裝箱。

圖三、萵苣以人力收割、剝除外層葉後送履帶進行消毒與裝箱。

圖四、柑橘以電腦輔助選別。

圖五、青椒隧道式壓差預冷。

圖六、Modular Automated Cooling System 為一種新型自動化的壓差式預冷設備。

(二) 水冷式預冷

經採收玉米卸貨後先以人工進行品質檢測，包含玉米大小外觀與成熟狀態，接著進入預冷程序，採水冷方式 (圖八)，以冷水淋洗帶走熱能，溫度設定於 34~36℉ (約1~2℃)，待堆高機將玉米置於轉盤後，設備置有感測器控制轉盤，操控棧板進、出設施。水洗過程為時約 50分鐘至1小時，業者使用Keeper進行消毒，為一蔬果採後消毒用產品，主成分為次氯酸鈉，該產品需混合酸類，活化 Keeper的消毒活性，因此在水冷設施旁設有一小型藥品室進行藥品配置。預冷結束後，進入冷藏庫 (約36℉，2℃)進行存放等待出貨，冷藏庫內以臭氧處理，可維持消毒作用。

(三) 真空預冷

該業者擁有自己的萵苣生產田並且進行採收後的包裝處理，田間採收的萵苣運送至工廠後，首先人工進行品質抽檢，並於裝箱外的標籤清楚標示日期時間、田區來源。真空預冷以真空環境使一大氣壓下水沸點100℃降至0℃，減壓狀況下，水汽化過程帶走表面積大量汽化熱，達到迅速降溫效果，預冷時間約 45分鐘，預冷完成後，員工迅速封袋以維持溫度 (圖九)，由採收、預冷至準備出貨約四小時內完成。

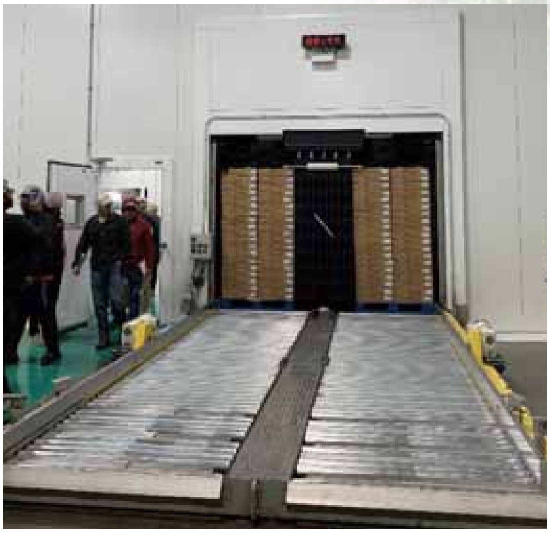
五、園產品批發

園產品經過採後處理程序後依運銷管道分別銷售，經由物流中心、批發或零售商運至消費市場。以下介紹本

次參觀的其中一批發業者，Southern Specialties為負責進口蔬果處理與配送的業者，進口的蔬果入廠後貨櫃溫度約處於50~60° F(10~16℃)，首先進行水冷式預冷，以34℉ (1℃)冷水進行淋洗，同時也會進行產品消毒，過程約25分鐘。預冷完成後轉至低溫儲藏室，依產品不同有適合的儲存溫度，由溫度低至高設置不同的儲藏空間，如蘆筍適合36~37℉ (2~3℃)，熱帶水果如芒果、木瓜、鳳梨等適合存放於45~47℉ (7~8℃)。廠內的空間規劃包含催熟室 (Ripening room)、包裝資材存放室 (Package material room)與包裝室 (Repack product room)，根據客戶要求的包裝形式有時必須針對產品重新包裝，並且依客戶要求的出貨條件也會進行不同的消毒或者後熟處理的程度。最後便是出貨區的儲藏區域，產品僅作短暫存放。

六、結語

美國由於地廣物博，從大規模的農業生產到長程運輸過程，採後處理的技術與流程發展顯得格外重要，而造成園產品品質劣變的因子於採收、包裝、運輸儲藏、販售皆有可能發生，因此從中掌握各階段的處理要點是台灣發展採後處理技術需要學習的，如何確實地減少每一階段園產品的損耗，例如是否精確掌控產品預冷後的溫度、運輸貨櫃操作的精準度等，是台灣可以努力的方向。



圖七、預冷結束貨盤送出。

圖八、玉米水冷設備。

圖九、萵苣預冷結束後人工封袋 (後方為真空預冷設備)。

農業試驗所

最新品種授權資訊

梅花台農3號(純白)品種

- 已授權昶青園藝社生產、繁殖與銷售。
- 洽詢電話： **04-8228856**
- 地址：彰化縣永靖鄉中山路一段795號

枇杷台農2號(晶璽)品種
枇杷台農3號(玉出露)品種

- 已授權台中市太平區農會生產、繁殖與銷售。
- 洽詢電話： **04-22781148**
- 地址：台中市太平區太平路483號

台農2號(晶璽)

◀台農3號(玉出露)

硬質玉米台農7號品種

- 已授權行政院農業委員會種苗改良繁殖場生產、繁殖與銷售。
- 洽詢電話：**04-25825490**
- 地址：台中市新社區大南里興中街6號

9 771017 086004

技術服務季刊
學術典藏

GPN：2007900008
定價：NT$50